LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS
APR 2 1953

農林省
水産講習所研究報告

第貳卷　第貳号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. II No. II

農林省水産講習所
下関市吉見町

（昭和二十七年十二月発行）

Published by
The Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Yamaguchi Prefecture
DECEMBER, 1952

（第二水産講習所研究報告改題）

日本産鰻の形態・生態並びに養成に関する研究※

松井　魁（イサヲ）

Studies on the Morphology, Ecology and Pond-Culture of the Japanese Eel (*Anguilla japonica* TEMMINCK & SCHLEGEL).

BY

Isao MATSUI

※水産講習所研究業績　第42号

目　　次

序　　言 …… 1

謝　　辞 …… 2

第一篇　日本産鰻に関する研究史 …… 3

緒　　言 …… 3
1．種類及び分布に関する研究史 …… 4
2．形態・生態・生理・生活史等に関する研究史 …… 6
3．鰻体の化学的研究史 …… 11
4．養鰻に関する研究史 …… 11

第二篇　日本産鰻の形態及び生態に関する研究 …… 15

第一章　雌雄に依る形態的差異 …… 15

1．既往の業績及び研究目的 …… 15
2．実験材料及び実験方法 …… 15
3．実験結果 …… 16
A．頭　　長 …… 16
B．胴周り長 …… 17
C．胸鰭の長さ …… 18
D．眼　　径 …… 18
E．眼　　隔 …… 18
F．吻　　長 …… 19
G．吻　　形 …… 21
H．体　　高 …… 22
I．体　　幅 …… 23
J．背鰭の高さ …… 23
K．鰭の位置 …… 23
L．体　　色 …… 24
M．体長．体重及び肥満度 …… 25
4．結論及び考察 …… 26
5．摘　　要 …… 28

第二章　環境の相違に基く鰻の形態的差異 …… 28

1．研究目的 …… 28
2．実験材料及び実験方法 …… 28
3．実験結果 …… 29
4．考　　察 …… 30
5．摘　　要 …… 31

第三章　鰻の外部形態特徴の変異性に就いて …… 31

1．既往の業績及び研究目的 …… 31
2．供試材料 …… 32

3．実 験 方 法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32
4．実 験 結 果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32

第四章　成長と外部形態との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35

1．既往の業績及び研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
2．実験方法と実験材料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
A．飼 育 経 過 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
B．養 魚 成 績 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
C．供 試 材 料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
3．実 験 結 果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
A．吻の形態と成長との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
Ⅰ．吻　　角 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
Ⅱ．吻　　高 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
Ⅲ．H.B.h と体長との相関々係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 47
Ⅲ．吻の形態と性別との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
B．変化性外部形態特徴と成長との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49
4．考　　察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
5．摘　　要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58

第五章　シラス鰻の遡河習性並びに遡河量を支配する環境要因に就いて ・・・・・・・ 53

1．既往の業績及び研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 53
2．実 験 方 法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 58
3．実 験 結 果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
A．シラス鰻の遡河時期 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
B．シラス鰻の大きさ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 61
a．遡河時期とシラス鰻の大きさとの関係 ・・・・・・・・・・・・・・・ 61
b．地 方 的 変 異 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 62
c．年 別 変 異 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 64
C．遡河量と環境要因との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66
a．遡河量の長期変動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66
Ⅰ．水温及び気温と遡河量との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・ 67
Ⅱ．潮汐と遡河量との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
イ．干満と遡河量との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
ロ．潮高と遡河量との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 70
ハ．月令と遡河量との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 70
b．遡河量の時間的変動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 70
4．要約並びに考察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 75
5．摘　　要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76

第六章　鰻の生殖腺に関する研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 77

1．既往の業績及び研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 77
2．供 試 材 料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 78
3．肉眼的性別識別可能の最小体長 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 79
4．成 長 極 限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 80
5．性　　比 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
6．生殖腺の成熟度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83
a．卵　　巣 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83

b. 精　　巣 …… 87
7. 孕卵数に就いて …… 87
8. 考　　察 …… 89
9. 摘　　要 …… 90

第七章　鰻の鱗の初期発生と成長との関係 …… 90
1. 既往の業績及び研究目的 …… 90
2. 実験材料及び実験方法 …… 91
3. 実 験 結 果 …… 92
A. 鱗の初期発生と体長，体重との関係 …… 92
B. 鱗の初期発生部位並びに魚体各部の鱗の大きさ …… 94
4. 考　　察 …… 98
5. 摘　　要 …… 99

第八章　鰻の耳石の大きさ並びに輪紋と成長との関係 …… 99
1. 既往の業績及び研究目的 …… 99
2. 実 験 方 法 …… 99
3. 耳石の大きさと体長との関係 …… 100
4. 輪　　紋 …… 102
5. 摘　　要 …… 104

第九章　太平洋周辺を中心とする日本産鰻の種類及びその分布と海流との関係並びに *Anguilla japonica* T. & S.の産卵場に関する考察 …… 104
1. 既往の業績及び研究目的 …… 105
2. 日本産鰻の種類 …… 105
A. 外部形態的特徴 …… 105
B. 脊 椎 骨 数 …… 107
C. 歯　　列 …… 109
3. 太平洋周辺を中心とする日本産鰻の分布 …… 111
4. 日本産鰻の分布と海流との関係 …… 117
5. *Anguilla japonica* T. & S. の産卵場に関する考察 …… 119
a. 海　　流 …… 120
b. 深　　度 …… 121
c. 水　　温 …… 121
d. 塩　分　量 …… 124
e. 生態及び成長度 …… 124
6. 摘　　要 …… 127

第三篇　養鰻法に関する研究 …… 131

第一章　養鰻技術の基準に就いて …… 131
1. 既往の業績及び研究目的 …… 131
2. 研 究 方 法 …… 131
3. 実 験 結 果 …… 132
I. 養 成 結 果 …… 132
A. シラス鰻養成1年 …… 132
B. シラス鰻養成2年 …… 132
C. シラス鰻養成3年 …… 133

Ⅱ. 増重倍率（W）並びに成長度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 134
Ⅲ. 餌料係数（F） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 138
Ⅲ. 減耗率（N） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 139
4. 摘　　要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 140

第二章　養鰻池に於ける鰻群体の分布に就いて ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141

1. 研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141
2. 実験方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141
3. 実験結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141
A. 夏期に於ける分布 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141
B. 冬期に於ける分布 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 144
4. 考　　察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 146
5. 結　　論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 146

第三章　養鰻池の生産量に就いて ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 146

1. 既往の業績及び調査目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 147
2. 調査方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 147
3. 調査結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 147
4. 摘　　要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 151

第四章　放養密度が生産量に及ぼす影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 152

1. 既往の業績及び研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 152
2. 実験方法並びに材料及び飼育経過 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 156
3. 実験結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 157
4. 考　　察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 166
5. 摘　　要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 166

第五章　種苗の大きさの変異度と生産量との関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 167

1. 既往の業績並びに研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 167
2. 実験方法並びに経過 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 167
3. 実験結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 168
4. 考　　察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 169
5. 結　　論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 170

第六章　投餌量が成長度・減耗率・餌料係数及び変異度に及ぼす影響 ・・・・・・・・ 171

1. 既往の業績及び研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
2. 実験方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
3. 実験結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
4. 考　　察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 173
5. 結　　論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 173

第七章　遡河期を異にするシラス鰻の成長度に就いて ・・・・・・・・・・・・・・ 174

1. 既往の業績並びに研究目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 174
2. 実験方法・供試材料並びに飼育経過 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 174
3. 実験結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 174
4. 結　　論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 177

第八章　冬期間養鰻池に於ける魚体の減耗に就いて ・・・・・・・・・・・・・・・ 177

1．研究目的 …… 178
2．実験材料・方法並びに飼育経過 …… 178
3．実験結果 …… 178
4．結論 …… 180

第九章　養鰻池に飛来する鳥類に就いて …… 181

1．既往の業績及び研究目的 …… 181
2．種類 …… 181
3．防禦法 …… 184

第十章　養鰻技術の査定法 …… 185

1．研究目的 …… 185
2．養鰻技術を支配する諸要素 …… 185
A．増重倍率 …… 185
B．餌料係数 …… 188
C．成長量の変異度 …… 190
3．養鰻技術の査定法 …… 194

第四篇　鰻の蕃殖保護制度の改正並びに種鰻国家管理に関する研究 …… 195

1．緒言 …… 195
2．養鰻業の現状 …… 195
3．鰻の蕃殖保護に関する現行法 …… 198
4．本論 …… 201
A．シラス鰻採捕制度を抛棄し，許可漁業とすること …… 201
B．親鰻の保護 …… 201
C．養鰻技術上から見た種鰻の意義と種苗確保の必要性 …… 201
D．種鰻を国家が管理すべき必要性と妥当性 …… 202
5．結論 …… 203

引用文献 …… 205

附表Ⅰ．シラス鰻の遡河量と環境要因との関係 …… 221

附表Ⅱ．川尻地方の養鰻池の生産量 …… 223

Summary …… 227

PLATE Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, …… 247

序　　言

本邦に於ける養鰻業は明治12年（1879）に始まり大正5年（1916）頃を一転機として疎放的養成法から逐次集約的養成法に発達して以来，その産業の歴史は約70年であるにも拘らず，我国独特の世界に比類のない高度の養成技術を有するに至り，第二次世界大戦前にあつては，養成鰻の生産量は年産約 330万貫で，天然鰻の漁獲量の約5倍以上に達したが戦時中は餌料入手困難と労働力不足に依つて，一時的に産額の逆転を見たが戦後は逸早く戦前の盛況に復興しつゝある。而して研究史で詳述している通り日本産鰻に関する貴重な業績が多数発表されたが，その中で養成に関する業績は比較的尠なく，而も応用科学の見地から，綜合的研究に依る理論的解析を試みたものが少い憾がある。

著者は養鰻法の進歩改善に必要と考えられる生物学的基礎研究に立脚して，斯業の躍進を計るべきであると信じて本研究に着手した。

本論文の内容は大別して，研究史，形態及び生態学的研究，養成法に関する研究及び蕃殖保護に関する研究の4篇に依つて構成されている。従つて，研究内容が広汎に亘る関係上，日本産鰻に関するすべての業績を研究史として綜述し現在に至る迄の研究の動向と，本論文との関係を明示すると共に，本論文の内容と相互の関係を理解し易くするために，各章毎に既往の業績と研究の目的を記述した。

養鰻業の進展に伴つて，従来親鰻養成業のみに偏つて代表されていたものが，シラス鰻養成業の専業化に依つて，シラス鰻が種苗として，重要視されるべきであると考え之が確保のため，また，生産量に多大の影響を及ぼす優良種苗の撰択等の見地から，シラス鰻の形態及び生態学的研究に重点をおいた。更に鰻の資源及び蕃殖保護の見地から，生物学的研究を試みた。此等の生物学的研究篇が養成法及び蕃殖保護に関する研究篇の基礎をなすことは勿論ではあるが，前篇自体が後篇の内容となる水産増殖業に直結する問題を追究し且，解決を提示したものも少くない。而して本研究は生物学的に応用科学分野を究明したものであるが，化学分野の専門学徒に依つて，本論文の欠ぐる点が補われ，養鰻業が益々発達することを祈つてやまない。

本研究は昭和9年4月（1934）に着手し，現在も尚継続中であるが，昭和16年12月（1941）から昭和21年3月（1946）の約4ヵ年間著者が第二次世界大戦に召集せられた為に研究の中断を余儀なくされた。

鰻の生態及び産卵場の探究の調査に当つては，著者自から，太平洋，南洋，印度洋及び東支那海の諸海域並びに沿岸各地を漁捗した。飼育実験は主として，静岡県榛原郡，元水産講習所（現東京水産大学）吉田実習場の飼育池で実施した他，静岡県，愛知県，三重県の主要養鰻池を対照とした。生物学的研究は元水産講習所増殖学教室に於いて行つた。

多年に亘つて，亜細亜諸地域から蒐集した貴重な標本及び資料の大半が著者の出征中に自宅の戦災と研究室移転に依つて，烏有に帰するか或いは散逸したことは，洵に遺憾なことであつて，この点本文を稿するに当つて，縷々と胸に迫るものがあるだけに浅学非才に鞭打つて将来ともにこの途に精進して本研究の大成を期せんとする次第である。

謝　辞

著者が，本研究に入る端緒と機会を与えられ，且御指導を恭うした水産講習所教授，故中井信隆氏に心からなる感謝の意を表し，著者が出征中に長逝された御霊を偲びつゝ，謹んで恩師の御冥福を御祈りする。

殊に本研究の完成を見るに至つたのは，全く，京都大学教授松原喜代松博士の周密なる御校閲の労を恭うした賜であつて，茲に衷心より深甚の感謝の意を表するものである。

また貴重なる材料と文献を供与竝びに貸与され，或いは有益なる教示と助言と不断の鞭撻を賜つた日本真珠研究所長松井佳一博士，京都大学教授宮地伝三郎博士，三重大学教授岡田彌一郎博士，水産講習所教授石山礼蔵氏，元水産講習所教授故岡田光世氏，東京水産大学久保伊津男博士，保科利一教授，宇田道隆博士，九州大学教授内田恵太郎博士に，また鰻の産卵場に関する調査に当り多大の便宜を賜つた，元水産講習所練習船白鷹丸船長故中川教授竝びに乗組員一同，元静岡県水産試験場長後藤節蔵氏他同漁業取締船乗組員一同，元海軍省水路部大東元中佐，太洋漁業株式会社第5太洋丸船長江又貞次氏，日魯漁業株式会社第9あけぼの丸船長藤本春雄氏に，また飼育実験に当り援助と協力を賜つた増田文一氏，鳥飼敬義氏，野中貞氏，榛原魚田組合長久保田恭氏等の他材料採集について御協力を戴いた各府県水産試験場関係者に対して謹んで厚く御礼を申上げる。且資料の整理及び製図に格別の御骨折りを戴いた小林歌男氏，河村修氏，久保田善二郎氏，三木衛氏，村橋美佐子嬢，写真撮影については原田末夫氏等に対し深謝する次第である。

本論文の出版に当つては山口県知事田中龍夫氏，水産部長志道吉次氏他関係者，並びに水産庁漁業調整第二課長高橋清三郎氏等の特別な御配慮を恭うした。諸氏の水産科学振興とその普及の為の御支援に対し感謝の意を表するものである。

最後に本研究の費用は農林省水産講習所の補助に依つて行われたものであるがその他，特に家兄松井佳一，同英一両名の私的な多額の援助は終戦後の混沌たる社会状勢下に於いて，研究遂行上力強い有形無形の推進力となつた。茲に満腔の敬意を表するものである。

第一篇　日本産鰻に関する研究史

Part One.　Historical Review of the Studies on the Japanese Eel.

緒　　言

今より凡そ2000年前にアリストテレスは鰻に生殖腺が発見されないところから鰻は水中に棲息する小蟲から変化したものだとか，水中に落下した馬毛が化したとか，或いは泥から発生したものだとか，現在の知識を以てすれば滑稽な解釈を下し，また我が国でも〝山芋変じて鰻と化す〟の諺さえある程，鰻に関する知識は貧困であつた。明治後期から形態並びに生態的研究が漸く活潑となり，印度及び南洋方面に於ける鰻類の分類及び生活史は明らかになつた。然し日本産鰻の生活史のみは未解決である。

日本産鰻に関する論文，報告書並びに著者数の年別変化より之が研究の大要を概見するに，（第1表）最初の研究論文は1842年 TEMMINCK と SCHLEGEL に依つて発表されたもので日本人に依るものは1882年陶山清猷のものである。

Table 1.　List of the number of the papers and its authors on the Japanese eel.

Number of authors and papers \ Year class	1840–1845	1846–1850	1851–1855	1856–1860	1861–1865	1866–1870	1871–1875	1876–1880	1881–1885	1886–1890	1891–1895
Papers	(1)	(1)				(1)			1	3	5
Authors	(2)	(1)				(1)			1	3	5

1896–1900	1901–1905	1906–1910	1911–1915	1916–1920	1921–1925	1926–1930	1931–1935	1936–1940	1941–1945	1946–1950	1951–present
(1) 5	(4) 4	(6) 8	(8) 36	(2) 22	(8) 14	(7) 43	(6) 45	(6) 63	(1) 8	10	4
(2) 6	(7) 5	(7) 10	(6) 18	(2) 14	(7) 16	(4) 42	(5) 34	(9) 30	(1) 9	12	4

Remarks : Showing the number in parenthesis being made by the foreigner on the Japanese eel.

1913年（大正二年）以前は論文及び著者数は少なく1913年以後1920年の間は急激に増加し1921年～1925年の5ヵ年間は減少し，更に1926年以後増加している。論文及び著者数から判断すれば1850年以後1910年の約60ヵ年間を黎明期，1910年以後1925年の約15年間を興隆期，1926年以後1940年の14年間を隆盛期，1941年以後1947年間を戦時中断期，1948年頃より再興期と見ることが出来る様である。

此等の論文の内容を次の6項目に分類して検討した。（第2表）

1）種類及び幼体（主として分類学的研究）に関する研究　2）形態，生態に関する研究　3）生理学的研究　4）化学的研究　5）養成に関する研究（魚病を含む）　6）雑。

1915年に至る期間に於て一通り各項目に就いて研究が行われたが，就中分類学的研究がその大部分をなしている。養成に関する研究は養鰻業が産業的に隆盛発達するに伴い，此の基礎的研究が主体をなしている。1925年までの興隆期に於ては分類学的研究は一応解決されて主として形態，生態学的研究より鰻の生活史を探究する基礎研究並びに養成に関するものが主体をな

Table 2. List of fields of studies

Fields of studies \ Year class	1840 1830	1831 1835	1835 1390	1891 1895	1896 1900	1901 1905	1906 1910	1911 1915	1916 1920	1921 1925	1926 1930	1931 1935	1936 1940	1941 1945	1946 1950	1951 present
Studies on classification and distribution	3	—	—	3	3	4	5	13	5	4	11	10	21	3	1	—
Studies on morphology, ecology and life history	—	1	3	—	2	—	3	6	4	7	4	11	19	1	1	1
Studies on physiology	—	—	—	1	—	—	2	2	3	4	8	9	5	2	6	—
Chemical studies of the eel	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	4	4	1	—	3	—
Studies on the pond-cultured eel	—	—	—	1	1	4	4	20	9	7	22	13	21	3	—	2
Miscellaneous problems	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—	3	1	—	—	1
Books	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—

し，1925年以後隆盛期にあつては生理学的研究特に血液に関する研究及び鰻体の化学的成分に関する研究が新たに行われた他，養成に関する研究は基礎的研究並びに産業的見地より養鰻法の科学的研究に移行して居る。

戦時中は研究並びに発表は殆んどなく戦前未発表のもの，整理及び新たに研究したものが再興期に至つて発表され始めた。而して，日本産鰻に関して綜述した単行本は WALTER (1910a) 及び佐郷 (1926) のものがあるに過ぎない。

I. 種類及び分布に関する研究史

日本に於て採集された鰻の種類を査定して，新種として発表した最初のものは TEMMINCK と SCHLEGEL (1842) で SIEBOLD が長崎で採集した鰻に対し *Anguilla japonica* の学名を附した。其後 GÜNTHER (1870) は日本産鰻が米国産鰻と同種で *Anguilla bostoniensis* であるとなし，松原新之助 (1892) は北越で採集したものに対し GÜNTHER の説に賛成し石川 (1895) は *Anguilla vulgaris* と査定し，欧洲産鰻と同種と認めたが，石川，松浦 (1897) は更に *Anguilla vulgaris* ウナギ (日高，東京，八丈島，近江)，*A. bengalensis* カニクヒウナギ (相模，塔之沢，小笠原)，*A. mauritiana* オホウナギ (阿波 母川)，*A. spp.* ゴマウナギ (上総，松野)，クロウナギ (鹿児島) の5種類を記錄した。

JORDAN と SNYDER (1901) は日本産鰻として一般に認められて居るウナギ，オホウナギ，ゴマウナギをすべて *Anguilla japonica* の同種異名であると発表し，TEMMINCK と SCHLEGEL の説を認めた。JORDAN と EVERMANN (1903) は台湾産鰻には *A. manilensis* (BLEEKER), *A. mauritiana* BENNETT, *A. sinensis* MCCLELLAND, *A. remifera* JORDAN and EVERMANN の4種を挙げた。其後 JORDAN と RICHARDSON (1909), SNYDER (1912), 田中茂穂 (1912) 等は JORDAN と SNYDER (1901) の説を認め *Anguilla japonica* と査定した。其の后 JORDAN と SNYDER 及び田中 (1913) は日本産鰻は *A. japonica* の一種である事を発表し，更に JORDAN (1913) は四国で採集された一尾の鰻に対し，*Anguilla manabei* として新種を追加した。然しこの種は後年 *A. mauritiana*

の同種異名である事が判明した。　此時代迄は日本産鰻を個体的に研究したものであったが，SCHMIDT (1913) は 202尾の日本産鰻の脊椎骨数を他の諸国で採集された外国産鰻と比較研究し *A. japonica* の平均脊椎骨数は 115.876 であるとなし，また同年丸川は 116.29 の数値を発表し、分類学上 *A. japonica* を明瞭な独立種である事を立證し，茲に日本産鰻の統計学的研究が行われ始めるに至つた。

石川，高橋(1914)は多数の材料に依り *A. japonica* の他に *A. mauritiana* BENNETT と *A. sinensis* (?) の2種類を新しく加え，高橋 (1915) は *A. mauritiana* に就いて詳細な分類学的研究を発表した。爾後日本産鰻として *A. japonica* と *A. mauritiana* を承認した学者は次の如くである。即ち JORDAN と METZ (1913) は朝鮮，丸川 (1916a) は台湾及び朝鮮，松浦 (1920) は母川及び尾川，大島 (1919) は内地及び台湾，森 (1927) (1929) は朝鮮各地及び関東州，FOWLER (1928) は支那，日本及び台湾，P.J.SCHMIDT (1930) は日本及び朝鮮，森と内田 (1934) は朝鮮等である。

A. mauritiana B. は WEBER と BAEUFORT (1916) が台湾，大島 (1919) が台湾，森及び内田 (1934) は済州島，遠山宜雄 (1937) は小笠原島，淺野 (1939) 阿部 (1939) 等はパラオ附近等で得ている。この間にあつて丸川 (1916a) は *A. japonica* の種類，分布，形態，生態等に就いて研究し，就中，種類に就いては生物統計学的研究を試みたが，日本産鰻は *A. japonica* の一種で *A. mauritiana* は *A. japonica* の雌魚であるとの新説を発表した。また大島(1919)は台湾産鰻の種類は *A. japonica*, *A. mauritiana*, *A. sinensis* の3種類を挙げ，さきに JORDAN と EVERMANN が新種として記載した，*A. remifera* は *A. japonica* の同種異名である事を明かにした。更に日本各地で体形，色彩等に就いて普通鰻と区別して所謂「ゲイタ」と呼称されて居る種類に対して，藤(1920) は分類学上 *A. mauritiana* であることを発表した。富地 (1936) は従来 *A. mauritiana* とされて居た種類を QUOY と GAIMARD が 1824年発表した *Anguilla marmorata* の同種異名として記載した。EGE (1939) は世界の鰻属の分類，系統，並びに地理的分布を研究し，また，顎骨歯，脊椎骨数，眼径，背鰭及び臀鰭前端基部間の距離等に就いて比較して従来の種類を系統的に分類し整理した結果，日本には *A. japonica* と *A. marmorata* の 2 種類が分布することを明かにした。

日本産鰻の種類に関する主なる研究は以上の如くであるが *A. japonica* が1842年に発表されて以来，同種の分布に就いて日本以外で記載されたものゝ主なるものは次の如くである。

BASILEWSKY (1855), Peking; KNER (1865), Shanghai; BLEEKER (1853.1867), China; GÜNTHER (1870.1898), North China, Manchuria, Newchwang, Formosa; SAWVAGE と THIERSANT (1874), China; MARTENS (1876), Shanghai; MOLLENDARFT (1877), Chihli; PETERS (1880), Ningpo; KAROLI (1881), Ningpo; MORRISON (1898), Manchuria, Yingkow; FOWLER と BEAN (1920), Soochow; EVERMANN と SHAW (1927), Shanghai, Hangchow; NICHOLS と POPE (1927), Nodoa, Hainan; TCHANG (1928, 1929), China; FOWLER (1929); WU (1929), CHU (1930, 1932); SHAW (1930); HERRE (1931); LIN (1932, 1936); 末村 (1934, 1936). 等はすべて支那各地である。

一方 *A. mauritiana* BENNETT は石川，高橋 (1914) が日本産として発表したが，本種は印度，馬来地方の熱帯地方並びに亜熱帯地方に普通に広く分布するもので，外国に於いて記載されたものは次の通りである。即ち

BENNETT (1831), Mauritius; GÜNTHER (1870), East Indies; BLEEKER (1873), China; WEBER (1912), Hongkong; WEBER と DE BAEUFORT (1916), South Sea; DELSMAN (1927), Java; HERRE (1923), Philippine, NICHOLS (1928), CHU (1929), Lin (1936), China; FOWLER (1932), Malay, Philippine, South Sea; ROXAS と MARTIN (1937), Philippine 等である。

2. 形態、生態、生理、生活史等に關する研究史

日本産鰻の卵巣に就いて最初に観察したのは陶山 (1882) であつた。MONDINI (1777) が世界で最初に発見して以来実に 100余年を経過してのことである。

宍戸 (1898) は雌雄両生殖器の構造を比較解剖し，藤田 (1906) は鰻とアナゴの稚魚の形態上の相違を比較した。SCHMIDT (1913)，丸川 (1913) は鰻の脊椎骨数を研究し，分類学上の新機軸を試みた事は前述の通りである。徳久 (1913a) は石川県下の湖潟にシラス鰻を放流しその成長度の良好なるを確め，更に1915年養魚池に於いて行つたシラス鰻の飼育結果の良好なる事を認め，シラス鰻養成の基礎を築いた。丸川 (1916a) は雌雄の相違に依る形態上の差異があり，又欧洲産鰻に就いて雄魚の出現の割合が河口からの距離と逆比例し，塩分の含有量と正比例する説に対し日本産鰻は此と反対で寧ろ雄魚は河川の上流に多く分布すること，成長は棲息場所の栄養分の多寡，寒暖に依つて相違があつて，雌魚は雄魚よりも成長良好であるが肥満度は雄魚の方が大であること，鱗の発生は年令に無関係で成長と相関し，耳石に依る年令と鱗に依る年令との差は，1—5を示すこと，鱗の年令査定にはシラス鰻より第4年目に於いて多く発生する点から，鱗令に3を加算すれば，シラス鰻からの年令を査定し得ること，食性は動物性で，鰯，たなごの如き小魚，端脚類，異脚類，橈脚類，裂脚類，甲殻類，昆虫類，介類蠕虫等であること，而して水温 14°C 以下では摂餌しなくなること，習性としては嫌日性で且好温水性で水温 13—14°C 以下では殆んど泥中に潜伏し越冬すること等を報じた。これに対し徳久 (1915b) は成長度に関し飼育した結果並びに北越地方湖潟に放流した結果に基いて，丸川の指摘する様に甚だしく遅くはないと反駁し，1915—1917年にわたつて両氏間に成長度をめぐつて論争の的となつた。

石川重美 (1915—1916) は鰻に寄生する粘胞子虫類，線虫類等の研究を発表した。これは鰻の病気に関する我が国で最初のものである。川村 (1918) は鰻の習性に関する観察を行つた。雨宮 (1921) は陶山 (1882) に次いで下り鰻の卵巣卵に就いて簡単な報告を掲げ，下り鰻の生殖腺の発達の程度を示した。翌年 (1922) 鰻の速やかな成長例を挙げ，さきに論争された徳久の実験例を実證した。

SCHMIDT (1925a) は世界に於ける鰻の分布に関して発表し，その中で日本産鰻に就いては次の如く述べて居る。

The distribution of eels in Japan, as it appears from the official catch statics for the various prefectures, shows very distinctly that the largest quantities of eels are found on the pacific shores, whereas there are

fewer on the coasts facing the Sea of Japan. And on the western shores of the Sea of Japan, about Vladivostok and farther north eels are entirely absent. For these reasons alone, the Sea of Japan, between the Continent and Japan itself, would seem to be out of the question as a breeding ground. But in addition to this, the very low temperature prevailing in these waters—only some few hundred meters down it is already less than 4° and in 400m. less than 1°—must undoubtedly preclude the breeding of eels in this sea. In the Pacific south of Japan, the hydrographical conditions are altogether different, and remain us in several respects of those we know from the western Atlantic, where the breeding grounds of the American eel are situated. We have a system of currents similar to that of the Atlantic; an anticyclonic system, where the Japan Stream, or Kuro Siwo, flowing to the NE, corresponds to the Gulf Stream in the Atlantic. We have also, E, SE., and S. of this the pacific Gulf Stream, an area where there are no perceptible permanent Streams. On considering the temperature in the intermediate layers,-the surface temperature immaterial here we find also, that in the sea south of Japan there is an area these temperature reach higher values than anywhere else in the whole of the North pacific, i.e. another paralled to the Atlantic conditions. We may therefore with a high degree of probability assume that the breeding grounds of the East-Asiatic eel lie in the ocean south of Japan near the tropic, and that the life history of this eel greatly resembles that of the American form. With a centre of development south of Japan, and a larval period of about one year, the East-Asiatic eel would have a similar range of distribution to that of the American species. And this is also actually the case, in as much as it is found from the south of China and Formosa to northern Japan (it is quite likely that specimens of *A. japonica* will be found in the northern parts of the Philippines, and I should also be surprised if the species is not found, albeit only as stray specimens, still farther north than at Hakodate in Japan, its northernmost limit of occurrence on record up to now.) There are thus evident points of similarity between the North Pacific and the North Atlantic, as far as the eels are concerned. But in the North Pacific, there is only one temperate species, *Anguilla japonica,* whereas in the North Atlantic there are two, *A. rostrata* and *A. vulgaris,* both with their breeding grounds in the western part of the Atlantic ocean. We thus lack in the North Pacific a species answering to the European form, i.e. a form with so high a power of migration that it could, like *A. vulgaris* in the Atlantic, be found on the eastern shores of the ocean, i.e. the coast of North-America, and yet have its breeding grounds in the western Pacific. We

have seen that the warmost intermediate water layers in the North Pacific are to be found south of Japan, and that the East-Asiatic eel (*A. japonica*) probabry has its breeding ground here.

尾崎 (1924) は鰻の胃に寄生する新吸虫 *Azygia anguillae* を発見した。

LEIGH-SHARPE (1925) は松井佳一が静岡，愛知県下で鰻の皮膚，口腔内に寄生する撓脚類の一種を発見し之を新種として認めた。この寄生虫を松井，熊田 (1928)，中井，小海 (1930) 等はイカリ虫と新称し，それぞれこれに関する生態，形態，駆除等に関する研究をした。斉藤 (1925) は鰻の呼吸に就いて研究し，鰻の鼻揚げ状態に達する溶存酸素量を定めた。

佐郷 (1926) は本邦に於ける鰻に関する著書を刊行し，また1927—1928年に鰻体の解剖並びに組織学的研究を発表した。鈴木 (1927) は鰻の睾臓の形態，組織を研究し，欧洲産のものとの相違点を明かにした。

鰻の血清が有毒なことは欧洲で古くから研究されていたが，猪子 (1892) が日本産鰻の血清の溶血及び毒作用を報告して以来，藤原 (1907) は上用鰻による中毒例を報じ，後藤 (1913, 1914,1916) は鰻の骨の刺した個所に一種の皮膚炎を起し，この毒は *Ichthyotoxin* であつて60°Cで30分間加熱すると不動性となることを実験した。瀬戸 (1916,1917) は家兎の静脈に血清を注射すると高度の瞳孔縮少を起すとした。佐藤 (1917,1923) は血清の冷血，温血諸動物に対する溶血作用，抵抗性，免疫等に就て研究した。

三友 (1927) は鰻の血清に関する研究をなし，此の免疫学的関係を明らかにし，更に鰻血清が溶血作用を抑制する成分はケファリンなる物質であることを究明した。本間 (1924) は6年3ケ月経過した血清も毒作用を有することを実験した。谷田 (1930) は加熱非溶血性弱毒性鰻血清に抗原性の価値を有することを実験した。加来 (1932) は血清の比較的少量の中毒死は溶血作用に依り大量の中毒死はこれ以外に肺血行障害作用であるとした。菊地 (1929) は *Gylodactylidae* に属する新寄生虫を鰻から発見し，藤田 (1929) は皮膚に寄生する新膠胞子虫 *Myxidium matsuii* を発見した。

DELSMAN (1929c) はスマトラ，ボルネオの淡水産鰻の分布を研究し，浅海に面する河川には鰻が分布しない点を論じ，これより次の如く日本産鰻の分布と産卵場とを類推した。

A similar phenomenon may be noted in Japan. A study of the official catch statistics reveals that the largest quantities of eels are found on the pacific shore, much more than on the coasts facing the Japan Sea; more than twenty times as many, indeed, on the Pacific side than on the other. And on the western shores of the Japan Sea round about Vladiostok and farther north, eels are entirely absent. Evidently this must be accounted for by the assumption that the Japanese eel(*A. japonica*) does not breed in the Japan Sea but somewhere in the Western Pacific, so that the young elvers reach the Japanese shores from the Pacific side.

森 (1929a) は満洲その他モンゴリヤ地方の淡水魚の分布に就いて研究し *A. japonica* は支那海に面する満洲，支那に分布することを明かにした。川本 (1929—1930) は鰻血液成分には季節的変化が起り，血液内の非蛋白窒素は代謝機能を示し，比較量，血球数，粘度，鉄含有量は冬期並びに冬眠の初期に減少し，春季増加の傾向が見られ，その他ヘモグロビン溶解曲線に及ぼす水温，赤血球及び原形質の相関量の影響や血液の顕微鏡的観察を行つた。

大島（1931）はシラス鰻に対する各種塩類電解質の致死濃度並びに被害現象及びその状態を明かにし水質が鰻体に及ぼす影響に関する基礎的研究を行つた。川本（1932）は鰻を飢餓状態に置くと外部の微細な刺戟に依つて全身痙攣を起す現象を認めた。藤田（1933）は従来鰻の変態標本として広く使用されている，所謂鰻のレプトセフアラスを水槽で飼育し岡山県及び大阪湾で春季彼岸頃から 5,6月頃に採集したものはマアナゴのレプトセフアラスであることを実験した。

浦原（1933），松井，牧野（1934）は鰻の熟卵に関し研究し，松井（1936c,h,）は世界で最大型の卵巣卵に就いて発表し，日本産鰻の産卵場の推定に有力な資料を提供した。

加藤（1934）は両眼共にルビー色を呈し，体色は褐，黄，白の斑になつたアルビノの一尾について記録した。山口（1934—1935）は鰻の寄生虫の4新種及び新産地として2種を発表した。

松井（1935a）はシラス鰻の遡河は既に10月に行われることを指摘し春季遡上説に対する早期遡上説を述べ，遡河当時のシラス鰻の大きさをも挙げた。

内田（1935）は日本近海で最初の記録としてウナギのレプトセフアラスについて記載し，産卵場推定に極めて有力な資料を提供した。松井（1936），清石（1939）は静岡県遠州灘に於けるシラス鰻の生態の研究を試み，シラス鰻は遡河前に沿岸の砂地に埋潜生活をしている事実を明かにした。

中井，松井（1936c）はシラス鰻の外部形態と成長との関係を飼育実験し，Breitkopf と Schmalkopf との間に成長度の相違のあることを明らかにし，両者の区別の重点となる吻形は成長に伴つて変化しないこと及び鱗の発生並びに耳石と体長との関係を明かにした。又彼等は長野県千曲川上流で採捕された巨大鰻について研究し，年令は19年で従来の記録に徴し最大形の *A. japonica* であることを報告した。松井（1936b）はこの鰻が巨大となつた原因の一つとして，生殖腺萎縮に依るものとした。筆者は1936年に此の外5篇の論文を発表し，鰻の性別に依る形態的相違に関する生物統計学的業績，孕卵数の一例，体長と体重との関係式を明らかにし，ダツコウナギと称するシラスウナギは2年に相当する耳石輪を有する点より成長の極めて遅い鰻か又は10月頃早期に遡河した鰻であることを述べ，又シラス鰻を飼育してその大きさに著しい変異が生ずる原因は摂餌量の多寡，飼育日数，罹病率，遡河期等に支配され，従つて養魚技術査定上重要な因子であるとした。山本（1936）は浜名湖のシラス鰻の大きさが遡河時期に依つて変化する状態を観察した。

柴田（1935）は鰻の血液の比重は 1.062で，川本（1935）は血圧が65—70であることを示した。

宮崎（1930）は人類の A, B 及び A B型血球で反復吸着しても除かれないO型に対して特別な凝集素を認めてこれを法医学に応用する試みをしたが越後（1933）はこれを否定した。

杉下（1935a,b）は血清に人間血液各型に略等しい凝集価を有する群とO型に特に高い凝集価を示す群の2種の異つた性質の血清の存在を認めた。

中井，保科（1936）はシラス鰻の皮膚，筋肉，内臓器官等に寄生する微胞子虫類1種，粘胞子虫類3種及び線虫1種を発見し，前2種が寄生率著しく，発育を障害する主な原因であることを究明した。

久保（1936）は秋季に於ける鰻の摂餌速度と水温，気圧，気温との相関々係を検討し，水温と気温が摂餌速度と略指数函数的な関係が存在し気圧とは無関係であるとした。

遠山（1937）は小笠原島に於て *A. japonica* 及び *A. mauritiana* の分布を報告し，森（1936）は亜細亜に於ける鰻の分布を記録し，岡田，松原（1938）は日本に前記2種類を認めた。

松井（1937）はシラス鰻を一カ年間飼育した結果に依る成長限度を示した。BRUUN（1937）は内田（1935）の記錄したレプトセフアラスを記載は引用していないで写真から判断した形態的特徴により *Muraena* の幼体であるとした。

今村（1937a, b）は鰻の鰓血管に対するアドレナリン・ヨヒンビン其他の薬品の作用及び摘出した心臓の灌流実驗を行つて薬品の影響を比較研究し，浜名湖分場（1937a）では青酸曹達に対する抵抗性を調べた。

中井，松井（1938）は *A. japonica* 及び *A. mauritiana* の2種類の日本に於ける分布が海流と密接な関係があることを述べ，またシラス鰻の生態から *A. japonica* の産卵場の考察を試みた。山本（1938）はシラス鰻の水温低下に対する抵抗と心臓搏動数との関係を明らかにした。

中井，松井（1939）は鰻の雌雄異型を明かにし，生殖腺の検査に依つて性を識別して性比を調査し，天然鰻と養成鰻との間に著しい差異のあることを指摘した。浅野（1939）は南洋諸島に於いて *A. mauritiana* と日本から移殖した *A. japonica* とが分布することを述べた。

田内（1940）は瞹流の強い内湾には溯河量が多いことを統計学的に実證した。

西村（1940）は天然鰻と養成鰻の視官器に差異があつて，これは環境の透明度と関係があるだろうとした。

黒田，李（1941）は多数の魚類の血液水分量を測定し，その内で鰻のように，淡鹹両水界を移動するものでは血液の水分量が淡水に棲息する時は小さく，鹹水に棲息する時は大きいことを明かにした。

稲村（1942）は鰻の聽器並びに内臓諸器官にダイナマイトの爆発に依る爆圧の影響を研究し損傷が正円嚢聽斑及び瓜状体 Lagena（高等動物の蝸牛殻管に相当する器官）に生じ，鰾，肝臓にも甚しい損傷を認めた。

松原（1949）は SCHMIDT その他の論文を参考として，東半球に於ける鰻の種類を取纏めそれ等の地理的分布を明らかにし，今後の研究問題を示唆した。

JESPERSEN（1942）は印度太平洋産鰻屬のレプトセフアラスを東部印度マレイ海域と北部ニユギニヤ附近，東部印度洋，及び西部印度洋に海域を分けて，夫等各海域で採集されたレプトセフアラスの形態的特徴，水平的及び垂直的分布，大きさ及び成長度，海洋状態等に就いて詳細な研究をなし，更に此等と大西洋産のものとの産卵場を比較した。

末広（1949）は魚類の血液型を研究し，鰻では凝集が同種異種相互間で起り易いことを明かにした。

勝木，吉野（1950）勝木，吉野，陳（1950）等は鰻の単一神経纖維の分離に成功しその活動電流を記錄し本神経には著明な自発性放電があり，纖維の径の大小に依つて，放電の模様が異なり，圧，触，水流，振動等の刺戟を加えると，共通して細い纖維は閾値は低いが，順応も遅く，緩かな変動に反応し，太い纖維は閾値はそれよりも高いが，早い変動に追従する。特に太くて順応の早い纖維が少数あり，極く早い変化にも応ずる。即ち進化の度の種々のものが混つている。また組織学的所見を明らかにし，感覚の閾値は細い纖維が決定し，鑑別の如き高等な機能は太い纖維に依つて行われるものであろうとした。

川本，竹田（1950）村山他4名（1950）は鰻稚魚（8—9cm）の行動に及ぼす光波長の影響に就て研究し，白色光線の集魚率を基準とすれば，青，緑，藍及び黄の色に対しては殆んど反応なく，紫及赤に対して著名な趨光性を認めた。

檜山（1952）は水槽を水溫の異なる二つの部分に分け，シラス鰻がどちらに移動するかを実験した結果，約11°Cより低い水溫の場合には冷い方へ，また約14—19°Cの水溫では溫い水溫の方へ移動し，12～14°Cでは移動しない傾向があり，水溫差が1°C以下で趨向性を認めた。

3. 鰻体の化学的研究史

鰻体の化学的研究は鰻体の一般分析から始まつた。即ち辻本（1911）は鰻油の性状を明かにし，陳（1922）は消化酵素の性質，大谷，川上，鈴木（1927）は膵臓の消化酵素の性状を明かにし，畑山，岡村（1928）は胆嚢の生化学的研究を行つた。

大島（1927—1930）は鰻体の増肉の主因は脂肪であつて，その蓄積量が肥満程度を支配し又鰻体の生込みした場合に起る化学的変化を夏期と冬期に亘つて比較し，痩肥に依る化学的性状を明かにした。また養成鰻と天然鰻との化学成分の比較並びに餌料に依る鰻体の化学的性状の変化を究め，鰻肉の品質改良の可能性を立証した。

辻本（1931）は体油及び肝油に就いて養成鰻と天然鰻の相違，餌料の相違に依る影響等に依つて両者間の差異を究め，又油中に Vitamin A を認めた。勝井（1948）は内臓諸器官の Vitamin Aを定量した。小野（1935）は養成鰻の油の成分を一層詳細に，又，福田（1935）は一般分析を行つた。富山（1934）は各種餌料蛋白について消化酵素に依る消化度を実験し，山村（1934）は餌料となる各種生物の蛋白質の消化率を実験し，広沢，高橋（1936）は鰻肉の生鮮と煮熟して変性蛋白とした場合の消化酵素に依る消化率を究明した。

勝井（1950）は鰻の完全利用の目的で内臓諸器官の重量を比較した。

4. 養鰻に關する研究史

鰻の移殖については明治 16,7年（1883～'84）青森県に於て菊地九郎が種鰻として東京より移殖を試みたのが最初である。明治19年（1886）石川県能美郡に於て高桑倫行（1892）の提唱に依り，今江，木場両潟へ岐阜県より移殖し，爾後邑知潟（1889），松原，野田（1896—1901）は八郎潟他雄物，米代，子吉等の河川に，小吉野，阿部（1903—1908）は加茂湖，岩船潟に，岩城（1905—1907）は岡山県の山間部の河川に，河合（1916—1919）は東郷湖及び湖山池へ，塚越，沼田，山中（1919—1927）は石川県下の湖潟へ，石川，雨宮他二名（1920—1929）は河口湖，山中湖，精進湖，川尻他1名（1922—1925）は猪苗代湖，和気，渋谷（1923）は宍道湖及び波根湖等へ移殖し，何れも良好な成績を得た。斉藤（1900—1904）は宮城県松島湾の種鰻を岩木川，田名部川，蟹田川，川内川，中村川等に移殖したが稀に成魚を捕獲する程度であつた。

養鰻は服部倉次郎が1897年東京深川に2町歩の養魚池を築造して飼育したのが我が国に於ける嚆矢とされている。

愛知県水産試験場では1897年に同県幡豆郡一色村に養魚試験池を設け，静岡県浜名湖畔で鰡の養成と共に鰻をも飼育していたが，1897年頃服部氏が大規模の養魚場を設け，餌料として蠶蛹を使用し養鰻技術に劃期的発達をもたらした。

福島県水産試験場（1905—1907）及び静岡県水産試験場（1904—1907）は養鰻試験結果を報告した。日暮（1910a）は伊太利コマキヨに於ける養鰻事業を紹介し，WALTER（1910）は鰻の著書に日本の養鰻法を記述した。北原（1897）は千葉県下利根川で使用される鰻手繰網及び細美網について報告し，日暮（1910b）は養魚池で鰻を捕獲する軽便な方法を紹介し，日暮，

橘 (1912) は鰻魚梯架設試験を行い，鰻の消極的蕃殖法を発表した。徳久 (1913a,b) は石川県下の潟に愛知県矢作川産シラス鰻を移殖し，今江潟では1カ年後体長7寸余に，又河北潟の養魚池で飼育したものは1尺に成長することを報告した。

金子 (1913a,b) は養鰻池の底質に泥土の不必要説を述べ，中村，川村 (1913a,b,c)，萩原 (1913) はこれに反対，藤田 (1914) はその中庸説を唱え，華々しい論戦をなした。日暮 (1913b) は森が崎魚介株式会社の養鰻成績を紹介し養成業の有望なことを唱えた。

川合 (1913) は種鰻として上海産のものを推挙した。此頃より鰻の運搬法に関する研究が盛んとなり，徳久 (1913c) はシラス鰻の運搬器を考案し，1914年には小包郵便の輸送に成功し，鐘ケ江 (1914) は活鰻運搬成績を発表し，引續き徳久 (1915a) 及び川村 (1916) はシラス鰻の良好なる運搬成績を発表した。

徳久(1915b) はシラス鰻が粗放的養成に於いて良好なる成績を示すことを発表して以来，石川県水産試験場，其の他の各県水産試験場に於いてシラス鰻の飼育試験を行い同様の結果を得た。これに対し丸川(1916a) は耳石及び鱗から年令を査定する方法に依つて成長度を求めた結果決して成長度は速かでないとゆう反対説を発表したが，水産講習所多木町養魚池及び茨城県水産試験場に於いては共に丸川説をあくまで立証した為めに徳久説は一応否定され，シラス鰻の集約的養成は不適当とされるに至つた。次いで徳久(1917)は再び自己の初説を肯定する実験を発表し，丸川と徳久の相反する両説は養鰻の将来を決定する重要性を有する丈に興味ある論争となつた。一方かかる論争にも拘わらず養鰻業は発展の一途を辿り，徳久説は実際的に認められていた。1916—1917年頃より急激に発達した養鰻業は餌料種苗の価格の騰貴に苦しみ，経営困難となり，その打開策として，組合組織に依る経営の合理化と科学的研究に依る技術の改善が策された。かかる情勢下にあつて愛知県では1920年淡水養殖研究所が設立され，シラス鰻の養成に依る種鰻の解決のために本格的研究を開始し，初年度に於てシラス鰻の放養量に依つて成長度に著しい相違があり，最大形は5寸余に達し，体量は放養時の 193倍に及ぶ成績を示し，魚類の成長の法則に従い尚増進の可能なることが確められ，種鰻養成に対する曙光が開かれて来た。此の時期から養魚池の理化学的研究が発表されるに至つた。川村 (1921) は養魚池に於ける酸素と水温，及び気象状態と浮游生物との関係を明かにした。雨宮 (1922) は成長度速かな鰻に就いて報告し，徳久説を肯定した。

1923年に愛知県宝飯郡御津村下佐脇田中養魚場では，水産講習所養魚試験場（元淡水養殖研究所）の成績に倣つて，シラス鰻の養成を大規模に始めて成功し，引續き，同県渥美郡泉村下村養魚場でも開始し，諸府県水産試験場に於ても養鰻のみならず，シラス鰻の養成に対しても試験を開始した。当時かかる業績を発表したものにシラス鰻に就いては愛知県水産試験場，大分県水産試験場，宮崎県水産試験場等があり，成鰻養成に関しては神奈川県水産試験場，島根県水産試験場，佐賀県水産試験場，宮崎水産試験場等がある。尚神奈川県 (1926—1929)，栃木県 (1927)，岐阜県 (1928)，愛媛県 (1926—1929) 等の水産試験場に於いては流水式養鰻法に依つて生産量を増進せしめようとする新しい実験が試みられた。

このような状勢下にあつて，佐郷 (1926) は鰻に関する著述を刊行し，業者の指導に貢献する所が大きかつた。

大島 (1927) は養魚池池水の酸素含有量を調査し，松井，山田 (1928) は養鰻池の酸性土壌に依る被害に就いて，山田 (1928) は養魚池の水質，底質の分析結果，また大島 (1930) は異常水質に就いて発表した。

松井，熊田（1928），中井，小海（1930）は当時鰻の養成上最も被害を及ぼす，寄生虫イカリ虫の生態並びに駆除法を研究し，斯界に貢献し業者はこれを応用して直接的，間接的に増産を向上せしめた。かくて養鰻業は技術的に発達し，1929年頃から新に養鰻業者数，飼育面積，産額が急激に増加を示し，個人経営に於ても餌料，種鰻の購入，成鰻の販売等共同で行うことが便宜となり，組合を結成し，共同購入販売など業者の福祉を計るに至つた。その結果養鰻経営に関する業績の発表を見るに至りその主なるものとして，大島，矢田（1929），塩井（1932），岡（1932）及び山田（1935）の業績が挙げられる。稲葉（1934）は養魚池の水変りに依つて植物性プランクトンから動物性プランクトンに移行する現象を，稲葉，清水（1936）は水変り前後のプランクトンの消長を量的に観察した。渡辺（1931），瀧川，杉田（1934），松井，大島（1934）及び池末（1935）等は養鰻池水の酸素，水素イオン濃度，炭酸瓦斯及び水温等の変化を日中変化と時季別変化に分けて観察し，相関的変化を詳細に研究して水質学上大いに貢献した。藤田（1936），片岡（1937）及び稲葉（1937）等は，養鰻池の底質並びに水質に関する業績を発表し，養鰻技術の科学的向上を計つた。

加藤（1936）は養鰻池設計上必要な護岸に就いて研究し，松井（1936a）は養成技術を査定する目的で餌料係数，増重倍率及び飼育期間中に起る魚体の大きさの変異係数の間の相互関係を明かにし，此等因子に依つて養魚技術を査定する様式を定めた。

久保（1936）は鰻の摂餌量は水温に支配される点を統計学的に立証し高橋，広沢（1936）は餌料である鰌を煮熟したものよりも生鮮のものが消化力が良好であることを究明した。

松井（1936g）はシラス鰻養成業が専業化して来た段階にあつては，養鰻業の円滑な発達を導く為にシラス鰻の採捕禁止取締法を改正すると共に，鰻の蕃殖保護の見地から成鰻の放流並びに漁獲禁止，或いは禁止漁期の設定の急務を提唱し，又1938b年には種鰻を国家管理することが鰻の蕃殖保護並びに養鰻業発展の為に最良策なることを揚言した。中井（1939）は鰻の蕃殖保護上成鰻保護とシラス鰻採捕に対して考慮すべき諸点に就いて発表した。大谷他3名（1939）は各種化学物質の嫌忌量に関して研究し，致死量よりも水質汚濁の根本を解決せんと計つた。

松井（1938a）は養鰻池水及び池底浅渫が農芸の肥料として有効なることを実験し，又当時海岸に接近して存在する養鰻池に来襲して被害を及ぼす鳥類を詳細に研究すると共に，これ等の被害を及ぼす程度を明かにした。

稲葉，山本（1938），稲葉（1939）は浜名湖分場に於て実施したシラス鰻養成試験を取纏め発表した。松井魁（1939）は養鰻業者の技術を具体的に解説した。

大村（1939—1940）は全国に於ける養鰻池の分布を人文学的地理学的に発達した原因を究明した。

稲葉，清石（1942）は養鰻池の施肥効果に関する研究を発表し，施肥を要する池及びこれに対する池を如何にすべきかを科学的に明かにした。即ち養鰻池底質の全窒素量と生産量との関係は浜名地方では相関がないが，川尻地方では相関々係があり，有機物と全窒素量は地底の表層と10糎層とでは可成相違があるので堆泥を機械的に除去することの不適当を指摘し，更にH_2S 0.2% 以上含有すると悪影響があり，老朽せる養鰻池には石灰の不足せる事実を認め，石灰施肥効果を立証した。又酸性土壌からなる池には異常現象が起るので，これに対する石灰施肥に依つて池底土の性状が徐々に改良され，一時に多量の生石灰又は消石灰を使用するよりは寧ろ石灰粉或いは牡蠣殻粉末を常に適当量宛施用することが効果的である点を明かにした。

松井（1943）は養鰻事業が開始されて現在迄の発達した過程と現状を紹介し，田内(1943)は鰻稚魚の放流効果に就いて統計学的研究を試み，鰻は河棲時代の自然減耗率が非常に小さく，漁獲率が非常に高いことを証明し，放流効果の顕著なことを明らかにした。

日下部（1951）は蜂の子を鰻の延縄漁業の餌に使用して漁獲率が良好なことを紹介し，欠点として漁獲物の斃死率が大であるとした。　稲葉（1952）は戦前に於ける鰻の養成法を綜述した。野口（1952）は養鰻池水の変化と鰻の摂餌との関係及び天然鰻の餌付の試験結果を報告した。

第二篇　日本産鰻の形態及び生態学的研究

第一章　雌雄に依る形態的差異

Part Two. Morphological and Ecological Studies on the Japanese Eel.
Chapter I. On the Morphological Difference Involved in Sex Determination.

1. 既往の業績及び研究目的

雌雄の識別は資源保護上必要なばかりでなく，増殖学的にも肝要な事柄である。雌雄による成長度の差異は増産に及ぼす影響が大きいので積極的増殖技術向上の一要素たり得る。それ故に水産上の一基本事項として本研究を実施した。

鰻の生殖腺は MONDINI (1777) が卵巣を，RATHKE (1824) と SYRSKI (1874) が精巣を夫々発見して以来，性別に依る形態的差異が注意をひきこれに関し JACOBY (1885)，PETERSEN (1894)，BELLENI (1907)，WALTER (1910a) 及び丸川 (1916a) 等が研究したが定説を見る迄には至つていない。その主なる原因は雌雄の形態的特徴を主観的比較に依つた為のようである。筆者はかかる点を考慮し生物統計学的研究を試みた。

2. 実験材料及び実験方法

実験材料は全国の河川，湖沼，潟 44ヵ所より採集した下り鰻200尾の内で生殖腺を検し，明らかに性別し得た雌魚45尾，雄魚52尾を撰んで供試した。

実験方法は全長 (L)，吻端より背鰭，臀鰭，胸鰭の各鰭前端基部迄の距離 (夫々，DF,AF, PF にて表わす以下同様) 頭長 (HL)，胸鰭の長さ (PL)，背鰭の高さ (DL)，眼径 (ED)，吻長 (S)，体巾 (背鰭前端基部に於ける) (W)，体高 (BH)，眼隔 (D)，胴囲り (V) を実測し，これ等を体長 (L) にて除して100倍した係数を求めて比較した。鰻の吻型は吻角，吻高を以て表わし，吻角は両眼後縁を基線とする巾 (B) と吻端からこれに直交する吻長 (H) との比 H/B，吻高は眼の後縁の垂直高 (h) との比 h/H を以て表わした。

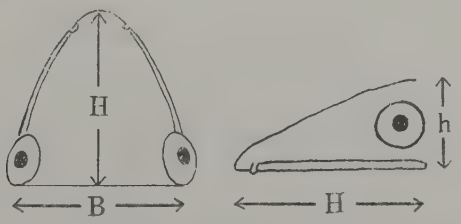


Figure 1. Showing the position measured on the angle (H/B) and the height (h/H) of snout.

かくして得た数値を生物統計学的に処理し，雌雄差の証認され得る限界を次式によつて規定した。　$4\sqrt{(\sigma♀)^2+(\sigma♂)^2} \geq |M♀-M♂|$　但し σ は標準誤差，Mは平均値である。

3. 実　驗　結　果

実驗結果を取纏めると第3表及び第4表の通りである。

Table 3. Results of measurement.

Items	Female		Male	
	Mean value	Standard deviation	Mean value	Standard deviation
Width of body (W/L)×100	4.292±0.053	0.515±0.037	4.545±0.043	0.454±0.031
Girth of body (V/L)×100	15.855±0.143	1.439±0.105	16.811±0.096	1.006±0.063
Angle of snout (H/B)	2.311±0.026	0.252±0.018	2.243±0.019	0.201±0.014
Height of snout (h/H)	1.432±0.017	0.169±0.012	1.401±0.011	0.111±0.007
Length of head (HL/L)×100	1.277±0.009	0.089±0.007	1.222±0.008	0.085±0.006
Interorbital space (D/L)×100	1.906±0.006	0.053±0.004	2.257±0.025	0.271±0.018
Length of pectoral fin (PL/L)×100	3.825±0.069	0.659±0.043	5.089±0.043	0.507±0.034
Position of anal fin (AF/L)×100	40.099±0.165	1.607±0.117	39.947±0.152	1.596±0.108
Position of dorsal fin (DF/L)×100	30.720±0.329	3.200±0.233	29.749±0.170	1.733±0.120
Position of pectoral fin (PF/L)×100	12.431±0.012	0.112±0.003	12.061±0.046	0.431±0.032
Diameter of eye (ED/L)×100	0.942±0.015	0.151±0.011	1.035±0.010	0.107±0.028
Length of snout (S/L)×100	2.369±0.022	0.213±0.015	1.731±0.023	0.240±0.016
Height of dorsal fin (DL/L)×100	1.262±0.035	0.344±0.025	1.242±0.015	0.161±0.011
Height of body (BH/L)×100	5.171±0.077	0.750±0.054	5.055±0.043	0.503±0.034

Table 4. Reliability of morphological characteristics by sexes

Items	M♀ ～ M♂	$\sqrt{(\text{♀}p_z)^2+(\text{♂}p_z)^2}$	$\frac{\text{M♀ ～ M♂}}{\sqrt{\sigma\text{♀}^2+\sigma\text{♂}^2}}$
Width of body (W/L)×100	0.253	± 0.067	3.77
Girth of body (V/L)×100	0.956	± 0.176	5.43
Angle of snout (H/B)	0.062	± 0.032	1.93
Height of snout (h/H)	0.031	± 0.019	1.63
Length of head (HL/L)×100	0.055	± 0.012	4.58
Interorbital space (D/L)×100	0.251	± 0.026	9.65
Length of pectoral fin (PL/L)×100	1.264	± 0.033	15.22
Position of anal fin (AF/L)×100	0.152	± 0.224	6.78
Position of dorsal fin (DF/L)×100	0.971	± 0.323	3.00
Position of pectoral fin (PF/L)×100	0.420	± 0.047	8.92
Diameter of eye (ED/L)×100	0.093	± 0.018	5.16
Length of snout (S/L)×100	0.633	± 0.032	19.93
Height of dorsal fin (DL/L)×100	0.020	± 0.033	0.53
Height of body (BH/L)×100	0.116	± 0.091	1.27

即ち，頭長，胴周り，眼隔，胸鰭の長さ，眼徑，吻長，胸鰭の位置等に就いて雌雄両者間に差異が認められる。

A. 頭　　長

雌雄両者の体長と頭長との関係は第5表，第2図 C に示す通りである。

Table 5. Correlation table between the body length and the head length.

Head length (cm) \ Body length (cm)	Female							Male						
	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
0.40 ～ 0.44	2	5	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—
0.44 ～ 0.48	—	14	2	—	—	—	—	—	1	6	—	—	—	—
0.48 ～ 0.52	—	5	1	1	—	—	—	—	1	6	5	—	—	—
0.52 ～ 0.56	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	9	2	—	—
0.56 ～ 0.60	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	4	6	—	1
0.60 ～ 0.64	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—
0.64 ～ 0.68	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
0.68 ～ 0.72	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
0.72 ～ 0.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.76 ～ 0.80	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

（頭長/体長）×100の平均値に就いて検討するに雌魚は 1.277±0.009，雄魚は1.222±0.008を示し，雌魚の頭長が雄魚に比して大であるが，その傾向は体長 46cm までは両者間の差異は判然としない。従つて両者間の識別は 46cm 以上の頭長に就いて可能性が認められる。

PETERSEN（1894）は頭部の形態が成長に従つて変化する説を発表した。即ち生殖腺の未発達の時代は頭部が大型で，下り鰻となつて生殖回游の途上にあるものは頭部小型となるとする点は皮相的観察と見做される。丸川（1916a）は頭長の体長に対する百分率は産地が北東より西南に移行するに従つて漸次増大する傾向を指摘したが，此は雌雄の頭長の差異を無視し，実験材料に於ける雌雄の混合割合を全く考慮しない為に生じた偶然的結果と判断される。即ち同氏の測定値をかかる見地から考察検討を試みるに，雌雄の変異の巾の最小値に就いて比較して見ても又最大値に就いて見ても，朝鮮産と東京産のものとにかかる傾向は見られない。

Table 6. Local variation of the head length.

Locality	Maebashi	Kasumigaura	Tokyo	Seta River	Korea
Range of body length of specimens	26.2～30.0	30.5～63.2	25.3～63.0	30.3～51.7	26.2～57.5
Number of specimens	24	25	65	14	45
(Body length/Head length)×100=(K)	11.88	12.04	12.33	12.46	12.76
Average value of k in female	12.14	—	13.10	12.64	12.59
Average value of k in male	11.57	12.50	12.10	12.43	12.70
Range of variation of k in females	11.3～13.2	—	12.4～13.8	12.4～12.9	11.8～13.7
Range of variation of k in males	11.2～12.9	11.9～12.9	12.1	11.4～13.1	12.2～13.3

平均値に就いて比較するに雌魚では東京及び瀬田川産が朝鮮産のものよりも大であり，雄魚では東京及び瀬田川産のものは霞ケ浦産のものよりも小である。

従つて丸川（1916a）の地理的変化説は雌雄の差異を考慮しないために生じた誤謬であろうと考えられる。

B. 胴周り長（体周）

測定結果は第7表，第2図 j の通りである。

Table 7. Correlation table between the body length and the girth of body.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Girth of body (cm)	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
4.2～5.0	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.0～5.8	1	15	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
5.8～6.6	—	6	2	2	—	—	—	—	3	5	2	—	—	—
6.6～7.4	—	1	1	1	1	—	—	—	2	6	7	2	—	—
7.4～8.2	—	—	—	3	—	—	—	—	—	1	9	5	—	—
8.2～9.0	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	5	1	—
9.0～9.8	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	1
9.8～10.6	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

（胴周り長/体長）×100の数値の平均値は雌魚では 15.855±0.148，雄魚では16.811±0.096で両者の信頼度（R）は 5.43 を示し，顕著な差異が認められる。従つて雌魚は雄魚に比して胴周りは小さいから外観上細長い感覚を与えるといえる。而して両者の差異は体長 44cm 以上に判然とし，体長 38cm 以下では殆んど区別が認め難い（第2図 j 参照），勿論両者間には連続的変異が存在し，中間型に就いては両者の差異を求めることは困難である。

C. 胸鰭の長さ

測定結果は第8表，第2図 G の通りである。

Table 8. Correlation table between the body length and the length of pectoral fin.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Length of pectoral fin (cm)	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
1.0 ～ 1.4	2	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.4 ～ 1.8	—	6	4	5	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—
1.8 ～ 2.2	—	—	—	1	2	1	—	—	2	10	4	3	—	—
2.2 ～ 2.6	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	14	7	1	1
2.6 ～ 3.0	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	—

雌雄両魚の（胸鰭の長さ/体長）×100 の係数の平均値は雌魚では 3.825±0.069 雄魚では 5.089±0.048 であつて両者の信頼度（R）は15.22 で明瞭なる差異が認められる。従つて雌魚の胸鰭の長さは雄魚の夫よりも短い。胸鰭の形態は雌魚では先端部は鈍角に彎曲し，遊離縁は扇状に拡がるが，雄魚では先端部は鋭角的彎曲を示し，第一軟条の先端部が突つており，遊離縁は前辺部に対してその形は紡錘状をなしている。然し両者の胸鰭基底部の巾には差異は認められない。胸鰭の長さの差異は顕著であつて，体長に関係なく，また鰾の成熟に無関係である。但し2,3 の例外が存在する。胸鰭の長さ並びにその形態の差異が顕著であるにも拘らずこの問題は元来看過されていたようである。

D. 眼　　径

測定結果は第9表，第2図 O の通りである。

（眼径/体長）×100 の係数の平均値は雌魚では 0.942±0.015 雄魚では 1.035±0.010 を示し，両者の信頼度は 5.16 で両者間に顕著な差異を認めることが出来る。従つて雄魚の眼径は雌魚の夫に比して著しく大である。しかも胸鰭の長さと同様に両者の差異は成長及び成熟に無関係である。雌雄両魚の眼径に相違があつて雄の眼径が大なる事実は JACOBY (1880) が已に指摘し，其の後 WALTER (1910a) や丸川 (1916a) 等がこれを肯定している。

Table 9. Correlation table between the body length and the diameter of eye.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Diameter of eye (cm)	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
0.20 ～ 0.28	1	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.28 ～ 0.36	1	11	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
0.36 ～ 0.44	—	9	3	2	1	—	—	—	1	1	2	1	—	—
0.44 ～ 0.52	—	—	—	3	1	1	1	—	1	1	3	2	—	—
0.52 ～ 0.60	—	—	—	—	1	—	1	—	4	5	8	7	2	—
0.60 ～ 0.68	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	4	2	1	—
0.68 ～ 0.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

E. 眼　　隔

測定結果は第10表，第2図 M の通りである。

Table 10. Correlation table between the body length and the interorbital space.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Interorbital space (cm)	30 ～ 34	34 ～ 38	38 ～ 42	42 ～ 46	46 ～ 50	50 ～ 54	54 ～ 58	30 ～ 34	34 ～ 38	38 ～ 42	42 ～ 46	46 ～ 50	50 ～ 54	54 ～ 58
0.6 ～ 0.7	2	9	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
0.7 ～ 0.8	—	10	3	—	—	—	—	—	1	4	—	—	—	—
0.8 ～ 0.9	—	4	—	5	1	—	—	1	4	4	1	1	—	1
0.9 ～ 1.0	—	1	—	1	1	—	—	—	—	4	4	1	—	—
1.0 ～ 1.1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	9	2	—	—
1.1 ～ 1.2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	5	—	—
1.2 ～ 1.3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2	1	—
1.3 ～ 1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.4 ～ 1.5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

(眼隔/体長)×100 の係数の平均値は雌魚では 1.906±0.006，雄魚では 2.257±0.026 で両者の信頼度は 9.65 を示し，顕著な相違が認められる。従つて雌魚の眼隔は雄魚のそれよりも広い。吻角，吻高に就いて雄魚が大きい傾向が認められる事実は眼隔の相違が影響するためと考えられる。

F. 吻　　長

測定結果は第11表，第2図 N の通りである。

Table 11. Correlation table between the body length and the length of snout.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Length of snout (cm)	30 ～ 34	34 ～ 38	38 ～ 42	42 ～ 46	46 ～ 50	50 ～ 54	54 ～ 58	30 ～ 34	34 ～ 38	38 ～ 42	42 ～ 46	46 ～ 50	50 ～ 54	54 ～ 58
0.62 ～ 0.70	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
0.70 ～ 0.78	—	5	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
0.78 ～ 0.86	1	5	2	—	—	—	—	1	3	4	6	1	—	—
0.86 ～ 0.94	—	12	1	1	—	—	—	—	1	5	2	2	1	—
0.94 ～ 1.02	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	7	3	—	1
1.02 ～ 1.10	—		1	1	1	—	—	—	—	—	4	3	—	—
1.10 ～ 1.18	—		—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.18 ～ 1.26	—		—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
1.26 ～ 1.34	—		—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—

(吻長/体長)×100 の係数の平均値は雌魚では 2.369±0.022，雄魚では 1.731±0.023 で両者の信頼度は 19.93 を示し，顕著な相違が認められる。従つて雌魚の吻長は雄魚のそれよりも長い。然し体長 38cm 以下のものにあつては両者の差異の識別は困難で，体長大なるもの程その差異が顕著であるから両者の差異は成長と密接な関係があるようである。吻長は吻形に関聯し，論争の中心となり，多くの研究者（JACOBY, PETERSEN, BELLENI, WALTER, 丸川, EHREMBAUM 等）に依つて研究された。即ちこれに関しては JACOBY (1880) に依ると雌は吻端広く雄魚は狭いか細長いか又は短いか其の先端が尖つているとし，PETERSEN (1894) に依れば成熟に伴い吻は巾広いが漸次変形して狭小となるとしたが，其の他は吻型を論じ吻長に関しては論議していない。

吻長は前述せる頭長と比例している。従つて頭長及び吻長は共に雌雄の形態的差異を特徴付けるものである。

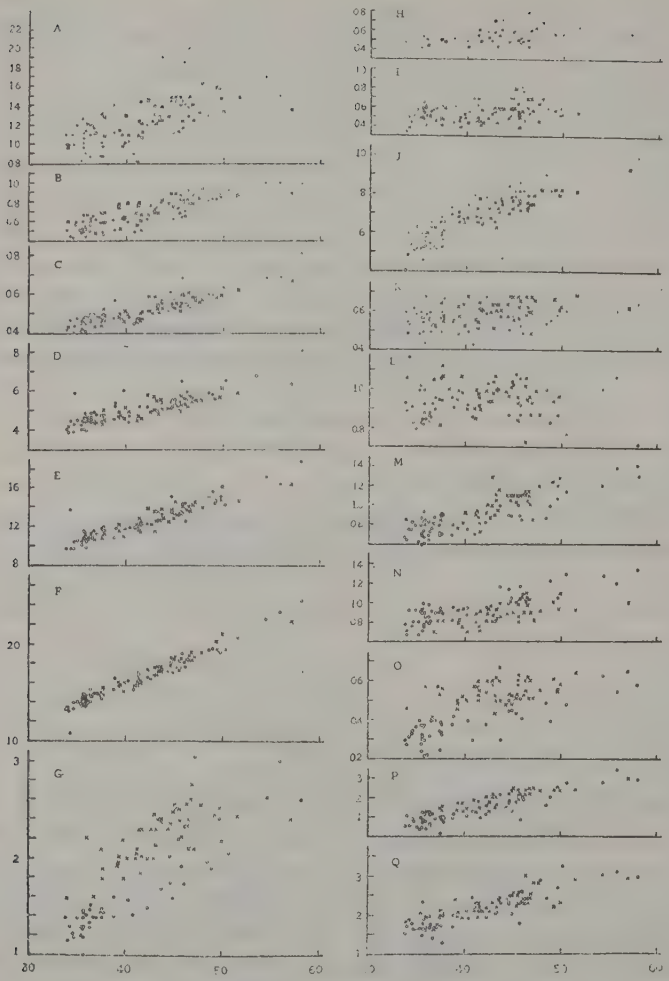


Figure 2. Relation between the body length and the external morphological characteristics (×…Male ; ○…Female) .

A, height of head. B, length of base of pectoral fin. C, length of head. D, position of pectoral fin. E, position of dorsal fin. F, position of anal fin. G, length of pectoral fin. H, height of anal fin. I, height of dorsal fin. J, girth of body. K, height of snout. L, angle of snout. M, interorbital space. N, length of snout. O, diameter of eye. P, width of body. Q, height of body .

Table 12. Correlation table between the length of head and the length of snout.

Sex	Female				Male		
Length of head (cm) / Length of snout (cm)	0.4～0.5	0.5～0.6	0.6～0.7	0.7～0.8	0.4～0.5	0.5～0.6	0.6～0.7
0.6 ～ 0.7	2	—	—	—	1	—	—
0.7 ～ 0.8	6	—	—	—	5	1	—
0.8 ～ 0.9	11	—	—	—	9	8	—
0.9 ～ 1.0	8	8	—	—	2	10	2
1.0 ～ 1.1	—	2	1	—	—	8	3
1.1 ～ 1.2	—	2	3	—	—	—	1
1.2 ～ 1.3	—	—	2	—	—	—	—
1.3 ～ 1.4	—	—	—	1	—	—	—

G. 吻　　型

吻型は吻高と吻角を以て示した。夫等の測定結果は第13，14表，第2図 K，L に示した通りである。

Table 13. Correlation table between the angle of snout and the body length.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Angle of snout	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
0.70 ～ 0.78	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—
0.78 ～ 0.86	—	8	—	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—
0.86 ～ 0.94	2	8	3	3	—	—	—	—	—	4	1	4	1	1
0.94 ～ 1.02	—	6	1	2	1	—	1	—	—	7	10	4	—	—
1.02 ～ 1.10	—	1	—	1	—	—	1	1	2	2	6	2	—	—
1.10 ～ 1.18	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—

頭長に対する吻角の比の平均値は雌魚では 2.311±0.026，雄魚では 2.248±0.019で，両者の信頼度は 1.93 を示し，両者間に判然たる差異は認められない。而して体長と吻角との分布頻度が示すように雌雄共に広い変異があつて所謂 Breitkopf と Schmalkopf の存在のみならずその中間型をも含めて連續的変異が認められる。

Table 14. Correlation table between the height of snout and the body length.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Height of snout	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
0.48 ～ 0.54	—	9	2	3	1	—	—	1	1	3	1	1	—	—
0.54 ～ 0.60	2	12	2	1	2	—	—	—	3	3	6	3	—	—
0.60 ～ 0.66	—	1	—	—	—	1	3	—	1	6	8	4	—	1
0.66 ～ 0.72	—	2	—	2	—	—	—	—	—	1	3	3	1	—

頭長に対する吻高の比の平均値は雌魚では 1.432±0.017，雄魚では 1.401±0.011 で，信頼度は 1.63 を示し両者間の相違を認め難い。

更に吻角及び吻高の雌雄別の頻度を図示したのが第3図であつて，これに依つても雌雄の差異は認め難いことが分る。しかも両者の彷徨変異を見ると吻角，吻高の何れも雄魚の方が雌魚よりも大である傾向が窺われる。

かかる事実を以てして従来の諸研究者は主観的観察の結論をなしたものと思われる。即ち，JACOBY（1880）は吻端は雌では幅広く，雄は狭いか或いは吻長は細長なるか又は短かくて先端が尖るとし，WALTER(1910a) は矢張り下り鰻の狭くして尖つた頭部を有するは雄魚である

とし，BELLENI (1907) は頭部高く其の巾の広く，吻端の鈍円であるのは雌魚，これに反し，頭部低く巾狭く，吻端の尖鋭であるものは雄魚であるとし，丸川 (1916a) は矢張り頭部吻端が広くて鈍円なるものは雌魚とし，細くして尖鋭なるものを雄魚としたが，著者はかかる傾向はあるが判然たるものではなくて識別の根據とはならない点を認めた。別章（鰻の成長と外部形態との関係）で後述するように吻端の形態は寧ろ成長度に関係する。

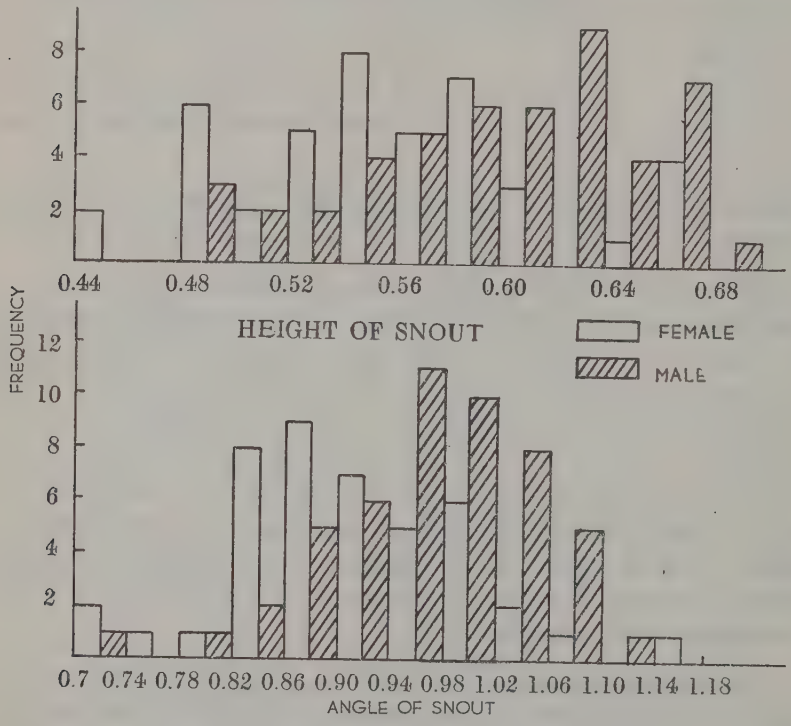


Figure 3. Histograms of the angle and the height of snout.

H. 体　　高

測定結果は第15表，第2図 Q の通りである。

Table 15. Correlation table between the body length and the body height.

Sex	Female							Male						
Body length(cm) / Body height(cm)	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
1.4 ～ 1.6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.6 ～ 1.8	3	12	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
1.8 ～ 2.0	—	7	1	1	—	—	—	1	3	1	—	—	—	—
2.0 ～ 2.2	—	2	1	2	—	—	—	—	1	10	5	—	—	—
2.2 ～ 2.4	—	1	—	2	—	—	—	—	—	2	7	3	—	—
2.4 ～ 2.6	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	7	3	—	—
2.6 ～ 2.8	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—
2.8 ～ 3.0	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	2	1	1
3.0 ～ 3.2	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
3.2 ～ 3.4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—

（体高/体長）×100 の平均値は雌魚では 5.171±0.077，雄魚では 5.055±0.048 で両者間の信頼度は 1.27 を示し，両者間の差異は認め難い。

I. 体　　巾

測定結果は第16表，第2図 P の通りである。

Table 16. Correlation table between the body length and the body width.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Body width (cm)	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
1.2 ～ 1.4	2	7	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
1.4 ～ 1.6	1	13	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
1.6 ～ 1.8	—	3	4	1	—	—	—	—	4	6	2	—	—	—
1.8 ～ 2.0	—	—	—	2	1	—	—	—	—	6	4	—	—	—
2.0 ～ 2.2	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	11	5	—	—
2.2 ～ 2.4	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	5	1	—
2.4 ～ 2.6	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1
2.6 ～ 2.8	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

（体巾/体長）×100 の平均値は雌魚では 4.292±0.053，雄魚では 4.545±0.043 で，両者の信頼度は 3.77 を示し，両者間の差異は絶対的ではないが，雄魚が雌魚よりも大きい傾向がある。

J. 背鰭の高さ

測定の結果は第17表，第2図 I の通りである。

Table 17. Correlation table between the body length and the height of dorsal fin.

Sex	Female							Male						
Body length (cm) / Height of dorsal fin (cm)	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
0.3 ～ 0.4	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
0.4 ～ 0.5	1	7	1	—	—	—	—	—	3	10	3	—	—	—
0.5 ～ 0.6	—	13	1	—	1	—	—	—	2	2	12	5	1	—
0.6 ～ 0.7	—	4	1	2	1	—	1	—	—	1	2	5	—	—
0.7 ～ 0.8	—	—	1	3	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
0.8 ～ 0.9	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
0.9 ～ 1.0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（背鰭の高さ/体長）×100 の平均値は雌魚では 1.262±0.035，雄魚では 1.242±0.015 で，両者の信頼度は 0.53 を示し，両者間には差異が認め難い。

JACOBY（1880）は背鰭の高さに就いて雌雄に相違があるとし，雌魚が高く雄魚が低い結果を得ているが，この事実は統計的には肯定し難く，恐らく極端な例に就いての観察と見るべきであろう。

K. 鰭の位置

各鰭の前端基部と吻端との距離の測定結果は第18表，第2図 D，E，F の通りである。

Table 18. Correlation table between the body length and the distance from tip of snout to the incirsion of the fins (D).

Sex		Female							Male						
Body length (cm) / D (cm)		30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58	30～34	34～38	38～42	42～46	46～50	50～54	54～58
Position of dorsal fin	9～11	2	15	1	—	—	—	—	1	3	1	—	—	—	—
	11～13	—	8	3	1	—	—	—	—	2	12	7	—	—	—
	13～15	—	1	—	4	—	1	—	—	—	—	11	10	1	—
	15～17	—	—	—	1	3	—	1	—	—	—	—	1	—	1
	17～19	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Position of anal fin	13～15	3	21	—	—	—	—	—	1	4	—	—	—	—	—
	15～17	—	2	4	1	—	—	—	—	1	13	3	—	—	—
	17～19	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	15	6	—	—
	19～21	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	5	1	—
	21～23	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
	23～25	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Position of pectoral fin	3.8～4.6	2	15	2	—	—	—	—	1	3	2	—	—	—	—
	4.6～5.4	—	9	1	2	—	—	—	—	2	11	11	1	—	—
	5.4～6.2	—	—	1	3	3	—	—	—	—	—	7	10	1	—
	6.2～7.0	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	1
	7.0～7.8	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

(各鰭の位置/体長)×100 の平均値は背鰭の位置に就いては雌魚では 30.720±0.329，雄魚では 29.749±0.170，臀鰭の位置に就いては雌魚では 40.099±0.165，雄魚では 39.947±0.152，胸鰭の位置は雌魚では 12.481±0.012，雄魚では 12.061±0.046 でこれ等の信頼度は背鰭の位置 3.00，臀鰭位置 6.78，胸鰭位置 8.92 を示し，背鰭位置は絶対的な差異は認め難いが胸鰭の位置では雌魚が雄魚の夫よりも大きく即ち後方に位する傾向があり，臀鰭の位置に就いても同様である。

L. 体　　色

成熟し生殖回游のために海に降下する所謂下り鰻の時期以外の成育時期に於ける体色は棲息場所，食性，水質の相違に依つて複雑多岐な体色を構成する為雌雄両者の差異を決定することは極めて困難である。

業者は体色を以て鰻を区別し，サヂ，アオ，ゴマウナギ，ゲイタ等と呼称している。サヂは体色背部茶褐色乃至薄黒色を呈し，体側に至り漸次薄く腹部薄黄色又は白色を呈し，背鰭背部と同じく，臀鰭の多くは白色である。胸鰭は幼魚では黄味を帯び成長するに伴い縁辺が黄色で中央は薄黒い。

アオは背部蒼青色又は暗緑色を呈し，側面稍薄く，少しく紅黄色のものあり又は薄黄色のものあり，腹面は普通白色であるが時に，淡黄色のものがある。背鰭は背部と同色であり，臀鰭は腹部と同色で尾端部縁辺は黒色を帯ぶ。胸鰭は縁辺黄色で中央は薄い青黒色を呈し，裏面は稍濃き黒色を呈する。ゴマウナギは背部は幼魚にあつては茶褐色，成魚では黒茶色を呈し，側面に至り稍薄くなり，多少黄色を帯ぶ。腹面は薄黄色若しくは白色を呈する。背部及び側部には点綴する不正形の黒斑を存する。即ちゴマウナギの名を生じた所以で此の黒点の排列は個体に依つて多少の差異があり，或るものは体の前半に多く存在し，後半に疎なるもの或いは体の 1/3 以後には殆んど欠ぐものもあつて一定しない。然し何れにしても腹部には全くない。背鰭は背部と同色で黒斑を有す。背鰭の後部は縁辺黒く，胸鰭は裏面稍々黒く，表面は薄紅色を帯

びたる黄色を呈するか又は薄黒色を呈し黒斑を有する。

ゲイタは背面に於いては黄褐色又は暗褐色を呈し，時としては黒褐色を呈するものが認められ，褐色を混ずる体色を有するのが特徴である。

かくの如く成育時代に於ける鰻の体色は複雑で雌雄差の識別は極めて困難であるが，概して雌の体色は雄に比し淡色で，腹部一帯は黄色を呈するが雄魚は腹部白色の色彩が鮮明なものが多いようである。この点は JACOBY の説と略一致する。

然し産卵回游のために降海する時期に達すると体色に婚姻色を生じ下り鰻特有の色彩を呈する。即ちサヂでは背部黒色で稍青味を加え体側赤銅色を呈し，金属的光沢を放ち，腹部は稍紅色を交うるに至る。胸鰭は基部に黄金色の光沢を放ち，残部は紫黒色を呈し，又口唇及び吻部も同様紫黒色をなす。此の婚姻色は時期を経過したものでは鰓蓋骨の上部にまで黒味を帯びて来る。

アオにあつては背部の蒼青色が一層増し，殆んど蒼黒色となり，側部は側線を中心として上下共に黄金色を呈し，腹面は薄い紅色を帯ぶ。胸鰭の基部は金箔色を呈し，残部は蒼黒色を呈し，裏面は一層濃厚である。口唇及び吻も亦蒼黒色を呈する。時期を経過したものに在つては鰓蓋部も多少黒味を帯びる。

ゴマウナギでは背部は薄い青茶色をなし，側面は薄色を帯びたる黄金色を呈し光沢を放つ。腹部は薄紅色の色彩を帯び，背面には紫色を帯びたる黒色を増し，眼窩の周囲より吻端及び口唇に至る部分は全く黒色を呈するに至る。胸鰭は紫黒色となり黒斑が鮮明となる。ゲイタでは婚姻色が顕著でない。

M. 体長，体重及び肥満度

雌雄別に依る体長組成は第19表の通りである。

Table 19. Frequency distribution of the body length in two sexes.

Body length (cm) / Sex		32～34	34～36	36～38	38～40	40～42	42～44	44～46	46～48	48～50	50～52	52～54	54～56	56～58	58～60	>60
Frequency	Female	4	30	20	4	4	6	8	7	5	3	1	4	0	2	16
	Male	3	8	12	13	16	20	18	14	6	2	1	1	2	0	0

いま体長 50cm 以上のものの出現頻度を百分率で示すと第20表の通りである。

Table 20. Percentage of occurrence of the maximum size in male and female.

Sex		Number of specimens	Number of individuals above 50cm in body length	Percentage
Frequency	Female	114	26	22.8 %
	Male	116	6	5.1 %

即ち体長 50cm 以上の出現率は雌魚 22.8%，雄魚 5.1% を示し，雌が多く両者の成長極限は雌魚では 57.5cm を示すのに反し，雌魚では 60cm 以上のもの稀ならず著者は特殊の例として，体長 129.7cm のもの 1 尾を又 80～92.4cm のもの15尾を採集し，丸川 (1916a)は 94.0cm のもの 1 尾を採集している。*Anguilla anguilla* T. に就いて WALTER (1910a)は雌魚の 51cm以上のもの 1,000尾中 2 尾，平均 40～45cm で，多くは 40cm 以下なる点，またSCHMIDT

(1925a) も同様の事実を指摘した点，及び EHRENBAUM (1928) の調査資料を参考として筆者が計算した結果は 50cm 以上の出現率は 0.1% である点等より雌魚の方が成長極限が大きいことが認められる。

同一体長，同一体重或いは同一年令群に就いて雌雄を比較すると第21，22表の通りとなる。

Table 21. Average body length in two sexes with ages.

Sex \ Age	3	4	5	6	7	8	9
Female	27.9	31.6	40.3	45.2	52.9	56.1	65.8
Male	22.4	29.2	37.1	41.4	46.9	51.6	54.0

備考　年令は鱗紋に依りシラス鰻遡河当時を0年と見做したもの

Table 22. Comparison of the size of body between sexes

Items		Case of the same body length		Case of the same body weight	
Sex		Female	Male	Female	male
Body length	(cm)	45.5	45.5	35.8	33.9
Body weight	(gr)	126.0	155.0	59.0	59.0

即ち同年令群に就いては雌魚が雄魚よりも大型である。然し同一体長のものの体重は雄魚の方が重い。此の点は同一体長のものを比較すると雄魚の方が小型である点からも首肯される。また肥満度 ($\frac{W}{L^3}\times 1000$) を比較するに雌魚は 1.93，雄魚は 2.57 を示し，かかる事実は丸川 (1916) によると雌魚では 1.1070，雄魚 1.1242 である結果とよく符合し，雄魚の肥満度が雌魚のそれよりも少し大であることが判る。

4. 結論及び考察

以上実験結果を綜合して次の如き結論を下すことが出来る。即ち雌雄両魚の形態上の差異の最も顕著なのは胸鰭の長さであつて，雌魚では雄魚の夫よりも短かく，且先端が丸味を帯び，雄魚では雌魚に於けるよりも可成り長く，その形は雌魚よりも尖つたように見える点である。眼径は雌魚が雄魚よりも小である。この内で眼径に就いては JACOBY (1850)，WALTER (1910a)，丸川 (1916a) 及び EHRENBAUM (1928) 等の諸説と一致するが胸鰭の長さ及びその形態に就いては新知見である。頭長に関しては丸川 (1916a) の北東より南西に移るに従ふ地理的変化に伴つて漸次増大する傾向のある点は寧ろ雌雄差に基く個体の取扱ひ上の誤差と認める。これ等の諸点は雌雄識別上最も有効なる標準として挙げられるが，次に挙げる諸点は参考基準と認められる。即ち頭長，吻長，眼隔，胴周り等は雌魚が雄魚よりも小さい傾向がある。従つて此等諸要素を綜合して直観的形態では雌魚の方が雄魚よりも細長い。然し此等諸要素は何れも両者間に中間型が多く存在するので絶対的識別基準とはならない。

雌雄による吻形の差異に関して既往に於いて諸研究者 (JACOBY, PETERSEN, BELLENI, WALTER, 丸川, EHRENBAUM) の報告があり，結果は同様でないにしても雌雄差の一つとして認め得られる点では一致している。然し著者の実験結果に依ると，雌雄差として挙げるには余りにも薄弱である。即ち中間型が多い為に雌雄の基準として認めるには適当ではなく，寧ろ成長度の相違に依るもので，雌魚の吻端は広く鈍円で，雄魚は細く尖鋭である傾向が現われる

程度であるものと解釈を下したい。

胴周りは雌魚が雄魚よりも小であり，また頭長及び吻長も同様である。雌魚は雄魚よりも細長い形態を表現する外観的要素を構成する。胴周りを決定する因子は体高と体巾とである。然し体高では雌雄差が認められず，体巾は雌魚が雄魚よりも小なる傾向が認められる点から考察すると，胴周りの両者間の差は体巾の差異に基くもののようである。JACOBY (1880) は背鰭の長さに雌雄差を認めているがかかる事実は *Anguilla japonica* に就いては生物統計学的には認め難い。勿論例外的にはかかる性質を有するものが存在する。

鰭の位置は背鰭の位置では雌雄差は認められないが，臀鰭及び胸鰭の位置では雌魚が雄魚よりも後方に位置する傾向が明かである。

成長極限に達したもの及び成熟期に於ける体長の差異は両者間に顕著なものがあり，雌魚が遙かに雄魚よりも大である。著者の測定値に於ける雌魚の最大型は 129.7cm で 80cm 以上のものも稀ではないのに反し，雄魚は 57.5cm を示す。別章（鰻の生殖腺に関する研究）にて指摘するように欧洲産鰻 *Anguilla anguilla* が雄魚に於ては 50cm 以上のものは稀で，普通 35～45cm のものが大多数である点からすれば *Anguilla japonica* の方が平均体長では稍大型群の多い傾向が窺われる。両者の肥満度は反つて雄魚が優つており，同一年令又は同一体長のものに就いて両者の体重を比較するに雌魚の方が軽量である。

体色に依る雌雄差の識別は困難で，棲息地，水質，餌料等の相違に依つて個体差があるが生殖時期に於ける婚姻色では雌雄差が顕著に現われ、雄魚は雌魚より婚姻色の出現並に色彩が強い点は，オイカワ，アユ等と同様である。而して雄魚のかかる婚姻色は性ホルモンの影響に依るものの如く、著者の実験に依ればシラス鰻より養成年数3年の体長 38～46cmの雄魚に市売男性ホルモン，スペルマチン 1cc 又は蛙の脳下垂体中葉ホルモンを 生理的食塩水で稀釈した溶液を腹腔内に注射することに依り30分内外で婚姻色の初期の色彩を出現せしめ得たが精巣の発達を促進することは出来なかつた。以上の如く雌雄差が認められるが，各測定部位に就いて見るに雌魚にして雄魚の性状を具備するものが雌雄による形態的特徴の識別の決定的基準に就いても若干存在し，彷徨変異の連鎖も雌雄間に存在する。従つて雌雄の形態的差異は比較的のものであつて絶対的とはならないことになる。かかる不明瞭な形態的差異の原因を考察するに性比に関しては天然鰻と養成鰻と著しく相違し，棲息場所に依つても相違する場合がある点並びに生殖腺の初期発達過程に於ては両者を区別することが困難である点等より鰻は環境の栄養程度に依つて性の転換の可能性を豫察し得る。

Table 23. Occurrence of the intermediate type of morphological characteristics by sexes.

Items	Female having appearance of male		Male having appearance of female	
	Number	Percentage	Number	Percentage
Length of pectoral fin	3	7.1	5	10.0
Diameter of eye	3	7.1	5	10.0
Length of head	9	21.4	11	22.0
Position of pectoral fin	7	16.6	9	18.0
Length of snout	4	9.5	8	16.0
Height of dorsal fin	7	16.6	12	24.0
Girth of body	10	24.1	8	16.0
Width of body	11	26.2	23	46.0
Interorbital space	20	43.1	9	18.0

外的条件の変化に伴つて性の転換が行われれば雌雄の形態的差異の不明瞭なる原因も説明さ

れるものと思考する。

5. 摘　　要

1. 雌雄両魚の形態上の差異が顕著で雌雄識別上有効なる標準として，胸鰭と眼球及び眼隔を指摘した。雌魚の胸鰭は雄魚の夫よりも短かく且尖端が丸味を帯び，雄魚では長く且尖つている。眼径は雄魚の方が大である。眼隔は雄魚は雌魚よりも大である。

2. 雌雄識別の参考基準として頭長，胴周り長，吻長等で雄魚は雌魚よりも大きい傾向が認められる。

3. 頭長に関する地理的変異説を否定する。

4. 吻形に関し，従来の雌雄差に依るものとする説は決定的のものではない。寧ろ吻形を支配する成長度の相違に基くものである。

5. 胴周り長さを決定する因子は体高に雌雄差が認められない点から体巾の相違に基くものである。

6. 背鰭の高さには例外的なものを除き雌雄差が認められない。

7. 吻端より胸鰭及び臀鰭の前端基部までの距離は雌魚が雄魚よりも大，即ち後方に位置する傾向がある。

8. 成長極限又は成熟時に於ける体長は雌魚が雄魚より遙かに大であるが肥満度は逆である

9. 婚姻色は雄魚に著しく現われる。

10. 雌雄の外部形態的特徴の内で両者の識別の決定的基準となる胸鰭の長さ及び眼径のみならず，他のすべてのものに雌雄間に中間型を生じ，性の転換が行われることが類証される。

第二章　環境の相違に基く鰻の形態的差異

Chapter II. On the Morphological Differences Appearing in the Eel in Various Circumstances.

1. 研　究　目　的

生物は同一種と雖も環境に支配されて形態的相違を生ずるものであるが，養成魚種は従来の習慣上現在に於ても天然産のものと対照してその品質の良否を定める傾向があつて，天然産のものに形態が類似するもの程商品価値の良いものとされているのが普通である。

鰻の養成は近年とみに隆盛を来たし，養成技術は一段と発達を遂げたものであるが，市場に於ける商品価格は天然産と養成ものとに相当の隔りがある。而して天然産のものによりよく類似せしめんとして養成鰻を長時間流水中に蓄養せしめる方法を採つている。

本文は鰻に就いて天然と養成のものとを形態上の特徴に依つて比較し，養成技術の如何に依つて果して形態を変異せしめ得るか否かを検討したものである。

2. 実験材料及び実験方法

供試材料は天然産鰻としては本邦 44ヵ所から採集した下り鰻を使用し(材料の詳細は雌雄に

依る形態差の章参照)養成鰻としては養成技術の異つた2つの養成池で飼育したものを用いた。即ちその1つは飼育餌料として生鰡のみを用いた水産講習所吉田実験場産のもの，他の1つは神奈川県小田原市小田原養魚場産のものである。これは品質優良で市価高く天然産に酷似するものと業者間の定評を受けている材料である。餌料は主としてカマボコ材料の残渣（グチ，サメ，エイ類等）で，体長は何れも40cm前後のものである。

供試材料は解剖に依つて雌雄を識別し，性別を明らかにし得た雄魚のみを用いて比較した。尾数は夫々100尾以上である。

実験方法は全長（L），吻端より背鰭，臀鰭，胸鰭の各前端基部迄の距離（DF.AF.PF），頭長（HL），吻長（S），眼径（ED），胸鰭の長さ（PL）背鰭の高さ（DL），背鰭前端基部に於ける体巾（W），背鰭前端基部に於ける胴周り長（V），体高（BH），眼隔（D）を実測し，これ等を体長（L）で除して100倍した係数を算出し，又吻角，吻高は所定の方法（成長と形態との関係の章に於ける実験方法参照）に依つて求め，それぞれ生物統計学的に比較した。即ち此等の平均値（M）及び標準誤差（σ）から比較せんとする2群の平均値の差の有意性を前章実験方法と同様な方法で検定した。

3. 実験結果

測定結果は第24及び第25表の通りである。

平均値は吉田実習場産のものMY，小田原養魚場産のものMO，天然産のものMNとし標準誤差を夫々YPE，OPE，NPEで表わす。

第25表に依つて明らかなように，天然産と吉田実習場産とでは胴囲り長，体高，胸鰭の長さ及び背鰭の高さに於いて比較的顕著に，又吻角，吻長，眼径，眼隔及び胸鰭の位置等に於いては僅かな相違が認められる。而して体巾，吻高，頭長，臀鰭及び背鰭の位置等に於いては相違が認められない。

天然産と小田原産とでは胴囲り長，胸鰭の位置には相違が認められず吻高及び臀鰭の位置に就いて相違を認められる点が吉田実習場産と天然産との比較と相反する。天然産と吉田実習場産及び小田原養魚場産との比較に於いては，前者では顕著

Table 24. Comparison of the dimensional characters between the natural and cultured eels.

Kinds	Natural eels (N)		Eels cultured at Yoshida eel-cultured pond (Y)		Eels cultured at Odahara eel-culture pond (O)	
Items	Mean value	Standard deviation	Mean value	Standard deviation	Mean value	Standard deviation
Width of body (W/L)×100	4.545±0.043	±0.454±0.031	4.539±0.036	±0.299±0.026	4.643±0.033	±0.232±0.024
Girth of body (V/L)×100	16.811±0.096	±1.006±0.067	17.771±0.013	±0.107±0.092	16.635±0.014	±0.100±0.010
Angle of snout (H/B)×100	2.245±0.019	±0.201±0.014	2.088±0.016	±0.126±0.011	2.107±0.015	±0.105±0.011
Height of snout (n/S×100)	1.401±0.011	±0.111±0.007	1.371±0.015	±0.110±0.011	1.341±0.015	±0.107±0.011
Length of head (HL/L)×100	12.222±0.049	±0.085±0.006	12.279±0.051	±0.417±0.036	11.950±0.048	±0.334±0.034
Interorbital space (D/L)×100	2.257±0.026	±0.271±0.018	1.992±0.020	±0.159±0.014	1.957±0.017	±0.117±0.012
Length of pectoral fin (PL/L)×100	5.039±0.043	±0.507±0.034	4.324±0.053	±0.475±0.041	4.338±0.037	±0.260±0.026
Position of anal fin (AF/L)×100	39.947±0.152	±1.596±0.107	38.885±0.479	±0.888±0.338	33.520±0.017	±1.156±0.117
Position of dorsal fin (DF/L)×100	29.749±0.170	±1.783±0.120	29.186±0.119	±0.962±0.084	29.006±0.015	±1.045±0.106
Position of pectoral fin (PE/L)×100	12.061±0.046	±0.431±0.032	11.777±0.043	±0.353±0.030	11.823±0.064	±0.450±0.045
Diameter of eye (ED/L)×100	1.242±0.015	±0.161±0.011	1.463±0.011	±0.088±0.009	1.559±0.015	±0.109±0.011
Length of snout (S/L)×100	1.035±0.010	±0.107±0.030	0.985±0.011	±0.089±0.009	0.893±0.012	±0.080±0.008
Height of dorsal fin (DL/L)×100	1.731±0.023	±0.240±0.016	2.056±0.009	±0.074±0.006	2.135±0.017	±0.120±0.012
Height of body (BH/L)×100	5.055±0.048	±0.505±0.034	5.695±0.039	±0.319±0.031	4.493±0.019	±0.135±0.014

Table 25. Reliability in the dimensional characters of three groups taken from three different localities.

Kinds	(N) and (Y)		(N) and (O)			(Y) and (O)		
Items	$4\sqrt{N_{pe^2}+Y_{pe^2}}$	$\lvert M_N-M_Y\rvert$	$4\sqrt{N_{pe^2}+O_{pe^2}}$	$\lvert M_N-M_O\rvert$		$4\sqrt{Y_{pe^2}+O_{pe^2}}$	$\lvert M_Y-M_O\rvert$	
Width of body (W/L)×100	0.21	0.01	0.20	0.10		0.16	0.10	
Girth of body (V/L)×100	0.40	0.98	0.40	0.13		0.08	1.01	
Angle of snout (H/B)×100	0.10	0.16	0.09	0.14		0.08	0.02	
Height of snout (h/S)×100	0.07	0.03	0.04	0.06		0.03	0.03	
Length of head (HL/L)×100	0.38	0.06	0.36	0.27		0.28	0.33	
Interorbital space (D/L)×100	0.11	0.27	0.12	0.30		0.10	0.04	
Length of pectoral fin (PL/L)×100	0.31	0.77	0.26	0.75		0.24	0.01	
Position of anal fin (AF/L)×100	1.92	1.06	0.33	1.43		0.20	0.37	
Position of dorsal fin (DF/L)×100	0.84	0.56	0.88	0.74		0.76	0.13	
Position of pectoral fin (PF/L)×100	0.26	0.28	0.31	0.24		0.22	0.05	
Diameter of eye (ED/L)×100	0.07	0.22	0.08	0.32		0.07	0.10	
Length of snout (S/L)×100	0.04	0.05	0.04	0.14		0.06	0.09	
Height of dorsal fin (DL/L)×100	0.10	0.33	0.11	0.40		0.08	0.03	
Height of body (BH/L)×100	0.26	0.64	0.20	0.56		0.18	1.20	

な相違があるのに反し，後者間には殆んど相違がないことが異なる。一方吉田実習場産と小田原産のものでは胴囲り長と体高に於て最も顯著な相違点が見出されるがこれ等の外にも臀鰭の位置，頭長，眼径，背鰭の高さ等に於いても相違が認められる。即ち同じ養成鰻でも可成り形態上の相違が認められるということが出来る。

以上の結果を綜合するに，形態の直観的相違は小田原産が吉田実習場産のものより天然鰻に類似すると考えられる。

養成鰻と天然鰻の形態的相違は前者にあつては，胴囲りが大で吻長及び吻端から背鰭始部までの長さが長く，体高が高いのに対し，眼隔及び胸鰭の長さが短かく眼径及び吻角が稍小である。

吉田実習場産（Y），小田原養魚場産（O）及び天然産（N）の夫々について各体区を比較するに夫々差異が認められ，その大小の程度は複雑であつて一定の法則を発見する事は困難である（第26表）。かゝる事実は各体区の比較成長率を異にするために起るものと思考されるが環境を異にする3群の内で比較的顯著に認められる点は背鰭と臀鰭の始部の位置の変動である。

Table 26. Showing the ranks of superiority in the dimentional characters within three groups.

Items	Rank
Width of body (W/L)×100	O > N > Y
Girth of body (V/L)×100	Y > N > O
Angle of snout (H/B)×100	N > O > Y
Height of snout (h/S)×100	N > Y > O
Length of head (HL/L)×100	Y > N > O
Interorbital space (D/L)×100	N > Y > O
Length of pectoral fin (PL/L)×100	N > O > Y
Position of anal fin (AF/L)×100	N > Y > O
Position of dorsal fin (DF/L)×100	N > Y > O
Position of pectoral fin (PF/L)×100	N > O > Y
Diameter of eye (ED/L)×100	O > Y > N
Length of snout (S/L)×100	N > Y > O
Height of dorsal fin (DL/L)×100	O > Y > N
Height of body (BH/L)×100	Y > N > O

4. 考　　察

天然鰻と養成鰻との形態的相違は環境に依つて起り得るものであつて，両者の相異形質は変動する体形因子であると思われる。而して此等の体形因子の変異は環境の相違に基いて，各体区の成長率，即ち比較成長率を異にするために起るものと思考される。故に養殖技術（主とし

て餌料の種類及び量，水溫並びに水流に依るもの）の如何に依つて，天然産鰻と養成鰻との形態的差異を可及的僅少にする事が可能となる。

吉田実習場産と小田原養魚場に於けるが如き養成技術の異つた場合の比較を一例挙げたに過ぎないけれども，この結果に依つては上述の如き結論を肯定することが出来ると思われる。

品質査定の基準となる天然鰻と養成鰻の形態的差異は，主観的感覚に支配される事が多いものであるが，前記の如き形態因子の変異の内で特に胴囲り，各鰭の長さ等で顯著に認められる。

本実験では雄魚のみに就いて比較したが，雌魚に就ても略同様な事が言い得られるものと推定される。

雌雄による可動的体形因子は体巾，体高，胴囲り，吻高，吻角，頭長，眼隔，胸鰭の長さ，背鰭，臀鰭及び胸鰭の各位置，眼径及び吻長等であつて，環境の相違に依る変動的体形因子と略一致しているが，性別による体形因子の方が多い様である（第27表）。

Table 27. Superior morphological factors corresponding to the rank of superiority among the localities.

Rank of superiority among environments	Rank of superiority among localities	Corresponding superior morphological factors
Natural > cultured	N > Y > O	Height of snout. Eye diameter. Interorbital space. Positioons of dorsal fin and anal fin.
	N > O > Y	Angle of snout. Length of Pectoral fin. Position of pectoral fin.
Cultured > Natural	Y > N > O	Girth. Head length. Body height.
	O > Y > N	Height of dorsal fin. Length of snout.
	O > N > Y	Width of body.

天然鰻と養成鰻との差異の内で胴囲長，体巾，体高について検討するに，此等の測定部位は何れも背鰭の前端基部であるが，胴囲り長，体高に関しては両者間に相違が認められるのに反し，体巾では認められない事実は，胴囲りを支配するものは体巾の増大より体高の増長する事に依るものなることを証明するものである。

5. 摘　　要

1．天然産鰻と養成鰻の形態的差異は胴囲り長，体高，吻長，吻角，眼径，眼隔，胸鰭の長さ及び背鰭の高さ等について認められ，吻高，頭長，体巾，臀鰭，背鰭の位置等については認められない。

2．両者の形態的特徴としては，養成鰻は天然鰻に比較して，胴囲り長及び吻長は大，背鰭及び体高は高く，之に対して眼隔及び胸鰭の長さは短かく，吻角及び眼径は稍小である。

3．両者の形態的差異を起す体形因子は単なる変異であつて，之は養殖技術の如何に依つて変化し得る。

4．体形因子の変異は主として比較成長率の相互間の相違に起因するものと思考される。

第三章　鰻の外部形態特徴の変異性に就て

Chapter III. On the Degree of Variation in the External Characters of the Body.

1. 既往の業績及び研究目的

HUBBS (1922) (1924) は魚類の個体変異と物理，化学的環境要因の相関を研究したが鰻に

関してはかゝる業績はない。

本文は鰻の外部形態的特徴の変異性と，主として生活条件を異にする環境及び性別との関係について研究したものである。

2. 供試材料

供試材料は所謂天然鰻と養成鰻を使用し，前者は全国河川，湖沼，潟 44ヵ所から採集した 294尾で他は水産講習所吉田実習場内飼育池に於いてシラス鰻から3ヵ年間飼育した 200尾である。而して何れも体長は 25.2～68.0cmである。この両群の鰻につきその環境を考察すると天然鰻は河川，湖，沼及び潟等流水又は静水に棲息して自由に広範囲の水域を游泳し，食餌は甲殻類，小魚，軟体動物，蝿虫類等であると考えられるものであつて，養成鰻は面積 300坪の飼育池に於て静水により人工的に飼育され放養密度は坪当り 100尾であつて前者に比して極めて大である。食餌は生鰡肉による単一餌料である。

3. 実験方法

両者について全長（L），吻端より背鰭前端基部までの距離（DF），吻端より胸鰭前端基部までの距離（PF），吻端より臀鰭前端基部までの距離（AF），頭長（HL），吻長（S），眼径（DE），胸鰭の長さ（LP），背鰭の高さ（DD），背鰭前端基部に於ける体巾（W），胴囲り（G），体高（BH），眼隔（D），吻角（AS），吻高（HS），を測定し，各測定部位を全長で除して 100倍した数値を求め，かかる数値より次の公式に依つて平均値，標準偏差，変異係数及び夫々の標準誤差を算出した。

平均値　$M = \frac{\sum pv}{n}$　　標準誤差　$PE = \pm 0.6745 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

標準偏差　$\sigma = \frac{\sqrt{\sum pa^2}}{n}$　　標準誤差　$PE = \pm 0.6745 \times \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} \sqrt{1+2\left(\frac{V}{100}\right)^2}$

変異係数　$V = \frac{100\sigma}{M}$　　標準誤差　$PE = \pm 0.6745 \times \frac{V}{\sqrt{2n}}$

而して変異性は変異係数を以て比較した。即ち係数の大小を以て変異性の大小とした。

4. 実験結果

前記公式より求めたる結果は第28表に示す通りである。

第28表の変異係数を図示すれば第4図の通りである。

而して環境の相違に異く変異性の比較は第4図Aに示した(雄魚のみについて比較した)。即ち一般に天然鰻の変異性は養成鰻に比較して大である。次に挙げる測定部位は天然鰻の変異性が養成鰻のそれより顕著なものである。即ち体巾，吻長，頭長，眼隔，吻端より各鰭前端基部までの距離，背鰭の高さ，体高等である。反対に天然鰻の変異性が却つて小なるものとしては，眼径胸鰭の長さ等である。而して天然鰻が養成鰻に比して，大なる変異性を有することは複雑な環境に棲息し，種々な生活条件に適応しなければならないのに対し，養成鰻は比較的一定の環境下に棲息する為である。即ち両者間の変異性の相違は環境の複雑性か単一性かに支配されるもの

Table 23. Results of measurement

Groups / Items	Pond-cultured eel						Natural eel		
	Female			Male			Male		
	Mean value	Standard deviation	Coefficient of variation	Mean value	Standard deviation	Coefficient of variation	Mean value	Standard deviation	Coefficient of variation
W/L×100 (W)	4.29±0.05	±0.52±0.04	12.00±0.95	4.54±0.04	±0.30±0.03	6.59±0.57	4.55±0.04	±0.45±0.03	10.00±0.67
V/L×100 (G)	15.86±0.15	±1.44±0.11	9.08±0.46	17.77±0.01	±0.11±0.09	5.99±0.52	16.81±0.10	±1.01±0.07	5.98±0.40
H/B×100 (AS)	2.31±0.03	±0.25±0.02	10.91±1.19	2.09±0.02	±0.13±0.01	6.03±0.53	2.25±0.02	±0.20±0.01	8.94±0.60
h/S×100 (HS)	1.43±0.02	±0.17±0.01	11.80±1.66	1.37±0.01	±0.11±0.01	8.00±0.76	1.40±0.01	±0.11±0.01	7.92±0.53
S/L×100 (LH)	1.28±0.01	±0.09±0.01	6.97±0.51	12.28±0.05	±0.42±0.04	3.40±0.29	12.22±0.08	±0.09±0.01	6.96±0.47
D/L×100 (D)	1.91±0.01	±0.06±0.00	3.03±0.22	2.00±0.02	±0.16±0.01	8.00±0.70	2.26±0.03	±0.27±0.02	11.99±0.82
PL/L×100 (LP)	3.83±0.01	±0.66±0.05	17.23±0.13	4.32±0.06	±0.48±0.04	10.99±0.96	5.09±0.05	±0.51±0.03	9.96±0.67
AF/L×100 (AF)	40.10±0.17	±1.61±0.12	4.01±0.29	38.83±0.48	±3.89±0.34	1.00±0.09	39.95±0.15	±1.60±0.11	4.00±0.27
DF/L×100 (DF)	30.72±0.33	±3.20±0.23	10.42±0.77	29.19±0.12	±0.96±0.08	3.30±0.28	29.75±0.17	±1.78±0.12	5.99±0.40
PF/L×100 (P.F)	12.48±0.01	±0.11±0.01	8.97±0.65	11.78±0.04	±0.35±0.03	3.00±0.26	12.06±0.05	±0.48±0.03	3.99±0.27
DL/L×100 (DD)	1.26±0.04	±0.34±0.03	27.26±0.27	1.46±0.01	±0.09±0.01	6.00±0.53	1.24±0.02	±0.16±0.01	12.96±0.83
ED/L×100 (DE)	0.94±0.02	±0.15±0.01	16.03±1.20	0.99±0.01	±0.09±0.01	8.99±0.78	1.04±0.01	±0.11±0.03	7.29±0.52
HL/L×100 (LH)	2.37±0.02	±0.21±0.02	9.00±0.65	2.06±0.01	±0.07±0.01	3.60±0.31	1.73±0.02	±0.24±0.02	13.86±0.94
H/L×100 (BH)	5.17±0.08	±0.75±0.05	14.50±1.07	5.70±0.04	±0.32±0.03	5.60±0.49	5.06±0.05	±0.51±0.03	10.00±0.67

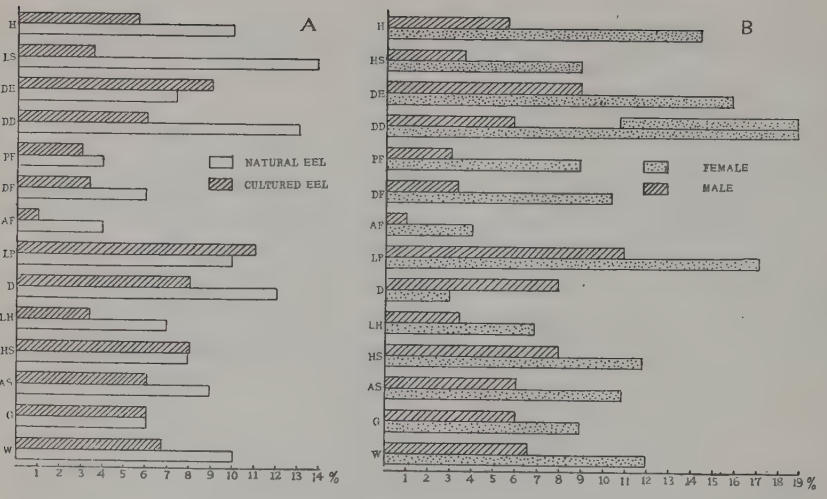


Figure 4. Coefficients of variation in the external morphological characters among the natural eels and the cultured eels, and by their sexes.

H, body height. LS, length of snout. DE, diameter of eye. DD, height of dorsal fin. DF, position of dorsal fin. AF, position of anal fin. LP, length of pectoral fin. D, interorbital space. LH, head length. HS, height of snout. AS, angle of snout. G, girth. W, body width.

と結論される。性別に依る変異性の比較は第4図Bに示した。即ち雌魚は雄魚よりも眼隔を除いた他のすべての測定部位について変異性が大である。変異性の程度は上述の如く環境と性に依つて著しく異なる。

Table 29. Relation between the external characters and their degrees of coefficient of variation.

Degree of coefficient of variation	0% > 4%	4% > 8%	8% > 12%	12% > 16%	16 % > 30%
Width of body		○			
Girth of body		○△	×		
Angle of snout		○	×△		
Height of snout		△	×○		
Length of snout	○	×○			
Interorbital space	×		○△		
Length of pectoral fin			○△		×
Position of anal fin	○	×△			
Position of dorsal fin	○	△	×		
Position of pectoral fin	○	△	×		
Height of dorsal fin		○		△	×
Diameter of eye		△	○		×
Length of head	○		×	△	
Height of body		○	△	×	

Note : Pond-cultured eel (Female…×, Male…○). Natural eel…△

然しその結果をその程度に従い配列すれば次の通りである。

順位	測定部位	養成鰻 ♀	養成鰻 ♂	天然鰻 ♂
1	背鰭の高さ	6%	13%	27%
2	胸鰭の長さ	10%	11%	17%
3	眼径	7%	9%	17%
4	体高	6%	10%	15%
5	体巾	7%	10%	12%
6	吻高	8%	8%	12%
7	吻長	4%	7%	7%
8	吻角隔	6%	9%	11%
9	眼間隔	3%	8%	12%
10	胴囲	6%	6%	9%
11	背鰭の位置	3%	6%	10%
12	頭長	4%	9%	14%
13	胸鰭の位置	3%	4%	9%
14	臀鰭の位置	1%	4%	4%

而して雌魚が雄魚よりも変異性が大なる点に関しては雌雄の形態的差異の章で述べた如く，性の転換の実在を立証するものとして興味あるものと思考される。

第四章　成長と外部形態との関係

Chapter IV. Relation Between the Growth of the Eel and its External Form.

1. 既往の業績及び研究目的

同一条件，同一養成技術を以てシラス鰻を育成する場合，体長並びに体重に大小不同の比較的変異度の大なるものを生じ，その変異度は飼育期間の長短に比例する。かかる事実は多くの魚類の飼育に於いても見られることは已に著者（1936d）が指摘し，養成技術を査定する一要因として挙げた。

而して体長又は体重の変異度は養成技術と，鰻体個有の遺伝的性質及び形態と密接な関係がある。就中，前者はその技術的発達に伴い変異度を或る極限に圧縮することが可能である。その技術的発達の内には後者即ち生産に優良なる形態上の特性或いは優良品種の選出，応用に依る方法をも包含することは勿論である。

著者は昭和9年以来，変異度を支配する因子を究明中に鰻に関してその形態的差異が成長に密接な関係のある点を観察したので，本研究を試み種鰻の選択に資し，養成技術の積極的発達を企図した。

従来，鰻の形態に関する研究を試みたものに PETERSEN(1894), JACOBY(1880), BELLENI (1907), WALTER (1910a), 丸川 (1916a), TÖRLITZ (1922) 及びEHRENBAUM (1929) 等の業績があり，鰻の養成に関し生物学的研究を行つたのに BELLENI (1907), TÖRLITZ (1922), 丸川 (1916a) 及び EHRENBAUM (1929) 等の業績があり就中，BELLENI (1907) のそれは特記すべきであろう。

2. 実験方法と実験材料

A. 飼育経過

実験材料に供する目的で飼育した種苗シラス鰻は，昭和9年4月7日から4月26日の期間中に静岡県榛原郡吉田町大井川河口附近に於て夜間揚網で採捕したもので，これを以下述べるように可及的に同一条件と同一養成技術のもとに，満一ヵ年間飼育した。給餌期間は4月10日から11月16日迄で11月17日から翌年3月10日迄は給餌を休止した。

採捕期間20日間に逐次採捕されるシラス鰻は 30.25坪の飼育池に放養して餌付けを実施し，5月5日 実験を開始した。

実験開始時に於けるシラス鰻の体長は 52.0—64.4mm，平均56.98±0.18mm，体重は平均0.206±0.097gr である。

実験飼育池及びその大きさ並びに放養量は第30表の通りである。

Table 30. Dimension of experimental ponds and the quantities of the eels cultured in those ponds.

Name of ponds	V1	V2	V3	V4	V5	VI7	VI8	VI9
Area (tsubo)	30.25	30.25	15.13	15.13	15.13	7.26	7.26	7.26
Average depth of water (meter)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Quantities of eels in pond (Number)	62456	64212	21291	19932	22831	10434	10651	11015
Quantities of eels in pond (Weight (momme))	2832	2907	1010	1006	1143	580	580	613
Weight of eel per tsubo (momme)	93.2	95.9	66.7	66.5	75.6	80.0	80.0	85.0
Number of eel per tsubo	2065	2126	1410	1330	1512	1437	1453	1510

使用餌料は餌付け期間中は鰯の挽肉を放養量 100匁に対し30匁の割合で投与し，餌付け終了後は鰯の目刺しを以つてした。

魚体の成長に伴い放養密度が増大して，成長が抑制されるから，これを防止するために，一定期間に取揚げ他の大きい池に移す方法をとつた。

第一回取揚は6月9日より同月30日の期間中に実施した。その成績は第35表の通りであつてV号池のものを夫々 V3，VI5 及び V6 に又，VI号池のものを夫々 V3，VI5 及び VI6 に放養した。

V号池のものは第2回取揚調査を8月17日から21日の期間中に実施し，大，中，小，極小の4階級に分けて第1回選別を行い，VI号池のものは8月4日から6日の期間中に大，中，小の3階級に選別し，夫々各階級のものを集め，新たに放養量を定めて各池に分ち飼育した。

此等の池換え取揚の経過及び放養量の変化は第5図の通りである。

これに依つて明らかなように，選別及び池換え毎に各池の養成方法並びに技術其の他水溫，環境の相違に依る条件を除去することが可能であつて，同一系統の種苗から求めんとする形態的因子を分離検討する材料が採集される。即ち V1 及び V3 の飼育実験例を選び説明をするならば V1 の最初の放養量は 93.9匁，V3 は 66.7 匁にして，放養密度の相違が大であつてこの状態で長期間飼育すれば成長に及ぼす影響は大である。これに依ると明らかに V3 号池の飼育成績が極めて良好である(第31表)。然るに8月7日の第1回取揚結果，これを大 (L)，中 (M) 小 (S) 細 (V) の4階級に選別し V1 号池の大の群と V3 号池の大の群とは1号池に，中の群は VI1 に小の群は VI2 号池に，細の群は V2 及び V3 に夫々集計せられ，茲に新放養量，同一養成法及び同一環境下に於て飼育される為に第1回取揚迄の期間中に生じた成長の相違，養成方法及び技術の相違は平均化される結果となる。かくして数回の池換え毎に各池のものが統合されて飼育期間中の成長に及ぼす人為的要素を除去するように努めた。

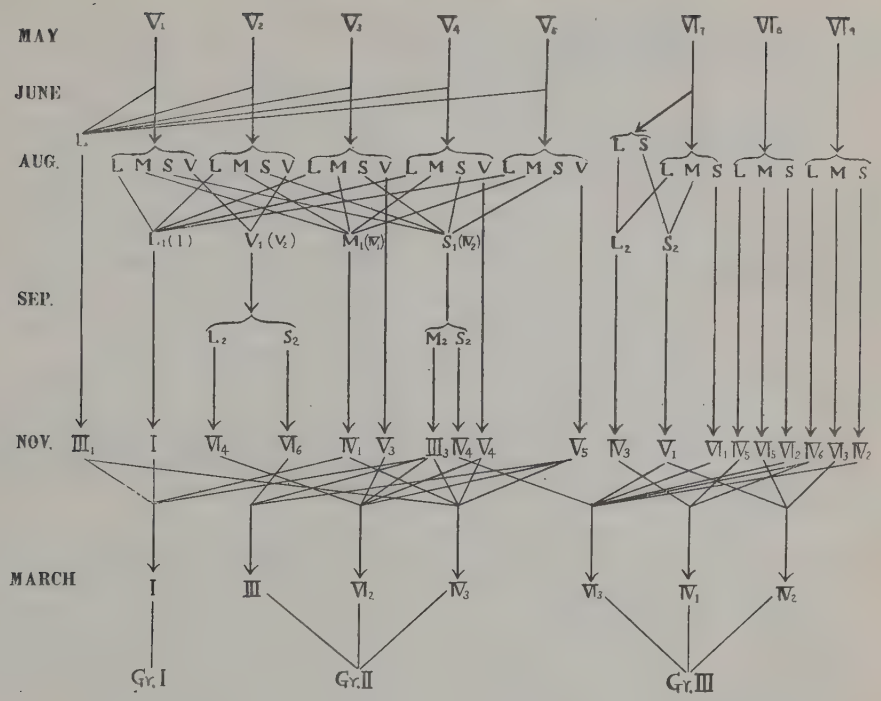


Figure 5. Process in which eels were trans-cultured, and ponds from which specimens were collected.

Months when eels were transfered show on the vertical axis. Arabian numbers show no. of ponds. L, body weight from 1.8 to 1.3 momme. M, body weight from 0.8 to 1.3 momme. S, body weight from 0.2 to 0.8 momme. V, body length corresponding to body weight below 0.2 momme. Gr I, Gr II, Gr III are ponds from which specimens were collected.

Table 31. Comparison between V_1 and V_3.

Ponds	Amount of eels cultured (momme)	Catch (momme)	Quantity of weight-multiplication (momme)	Weight-multiplication rate	Food quotient	Remarks
V_1	2,832	9,030	6,198	2.18	10.76	Breeding from May 5 to June 11.
V_3	1,010	6,079	5,069	5.02	8.30	

飼育期間中に於ける水溫，気圧，湿度の観測結果は第32表，第33表，第34表の通りである。

水溫は各月の観測時に依る観測では16時が最高を示し，8時に於て最低を示す点は渡辺（1932），池末（1935）及び瀧川，杉田（1934）等の研究による養魚池の水溫の日別変化と同様の傾向がある。月別変化は8月の平均水溫 27.0°C が最高で，1月の 6.4°C が最低を示し，8月24日16時の 32.3°C が最高で1月25日8時の 23°C が最低を示し，これに依ると休餌期間は 14.6°C～6.4°C の水溫期間に一致する。而して各池の水溫の差異の最高，最低は 0.1°～2.1°C で，平均0.7°C 程度であつて，数回の池換えに依つてかかる差異は無関係となることは前述の通りである。

Table 32. Monthly variation of water temperature in pond.

°C \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	Jun.	July	Aug.	Oct.	Sept.	Nov.	Dec.
Time 8.00 h	6.0	6.8	9.9	14.8	19.0	22.7	25.3	26.0	22.4	18.5	14.0	7.6
Time 12.00 h	6.9	8.2	11.3	16.3	21.6	24.1	26.6	28.1	23.4	19.6	14.8	8.5
Time 16.00 h	7.3	8.8	11.2	16.0	20.1	24.4	27.6	28.1	23.9	20.1	14.9	8.8
Time 20.00 h	5.4	7.9	10.8	15.2	20.7	24.5	25.8	27.0	23.2	20.1	14.7	8.3
Average	6.4	7.9	10.8	15.6	20.3	23.9	26.3	27.3	23.2	19.6	14.6	8.3
Maximum temp. observed at 12.00	10.3	13.5	18.0	23.0	25.2	26.0	31.7	32.4	29.9	22.7	19.4	14.0
Minimum temp. observed at 12.00	3.0	4.2	7.4	12.5	15.0	19.0	23.0	21.9	18.3	15.4	10.8	4.8
Average	6.7	8.9	12.2	17.8	20.1	22.5	27.3	27.2	24.1	19.1	14.6	9.4

Table 33. Monthly variation of pressure of atmosphere observed at 12.00 h.

mm/o°c \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	Jun.	July	Aug.	Oct.	Sept.	Nov.	Dec.
Minimum	745.6	754.2	748.7	747.3	751.2	752.1	748.8	744.2	743.7	753.4	757.1	749.4
Maximum	765.8	773.7	770.6	769.3	765.1	764.3	761.7	760.3	763.1	768.1	773.3	776.5
Average	759.1	762.5	760.4	761.9	758.9	753.8	757.4	755.7	759.0	761.1	762.5	765.0

Table 34. Monthly variation of moisture (%) observed at 12.00 h.

% \ Month	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	Jun.	July	Aug.	Oct.	Sept.	Nov.	Dec.
Minimum	41.0	40.9	38.8	57.4	30.7	69.0	82.4	76.2	79.7	64.9	49.9	36.3
Maximum	97.5	94.4	97.0	99.0	98.0	99.4	98.2	96.5	99.1	99.0	98.7	94.5
Average	73.0	66.8	70.0	82.4	80.3	89.9	88.9	91.5	90.5	78.0	83.0	66.2

気圧は6月が最低で，5月と1月が低く，12月が最高で，2月，10月，11月が高い。これに対して湿度は12月が最低で1月がこれに次ぎ，3月と11月も低いが，8月が最高で，9月がこれに次ぎ，其の他は略同一である。それ故に気圧と湿度とは略々逆の関係が伺われる。

要するに気象及び水温は各池全体に普偏的影響を及ぼすものであつて，各池別に影響する力は少なく，假にあつたにせよ屢次の池換えによつて平均化されるものと見られる。

B. 養魚成績

種苗の大きさ，放養密度及び摂餌量を同一条件に保つて養魚した場合に於ても個体の成長度に可成り変異が生ずるものである。6月に於ける第1回取揚の成績は第35表の通りである。

Table 35. Results of observation in June.

Name of ponds	Density per tsubo		Total quantities of eels		Catch	
	Weight(momme)	Number	Weight(momme)	Number	Weight(momme)	Number
V_1	93.9	2,065	2,840	62,466	2,780	14,967
V_2	95.9	2,126	2,907	64,212	3,100	16,094
V_3	66.7	1,410	1,010	21,291	1,610	8,528
V_4	66.5	1,330	1,006	19,932	1,130	6,930
V_5	75.6	1,512	1,143	22,831	2,280	10,427
M_7	80.0	1,437	580	10,434	940	5,277
M_8	80.0	1,453	580	10,651	680	4,000
M_9	85.0	1,510	613	11,015	440	2,193

6月に取揚げて放養密度の調節を行い，8月20日に池換え，取揚，撰別した際に於ける成績を今，実験開始時の重量をW_0，收納時の重量をW_1，実験開始時の尾数をN_0，收納時の尾数を

Table 36. Results of observations in August.

Name of ponds	V1	V2	V3	V4	V5	VI7	VI8	VI9
Area (tsubo)	30.25	30.25	15.125	15.125	15.125	7.26	7.26	7.26
Quantity of fish(momme)(W_0)	2,840	2,900	1,010	1,006	1,143	580	580	613
Weight per tsubo (momme)	93.9	95.9	66.7	66.5	75.6	80.0	80.0	85.0
Catch (momme) (W_1)	9,030	10,660	6,030	5,150	6,315	26,20	3,690	2,972
Numbers of eels	62,430	64,316	21,400	21,400	23,160	10,434	10,651	11,015
Catch in numbers	34,954	40,671	20,903	17,936	21,852	7,908	9,653	9,867
Total amount of baits (F)	55,827	54,924	42,100	41,110	41,140	12,710	20,215	25,949
Duration of feeding (days)	143	133	144	142	140	145	143	142
W_1-W_0	6,190	7,760	5,070	4,144	5,172	2,040	3,110	2,359
$(W_1-W_0)/W_0$	2.2	2.7	5.0	4.1	4.5	3.5	5.4	3.9
$F/(W_1-W^0)$	9.0	7.4	8.3	9.9	8.0	6.3	6.5	10.9
N_0-N_1	27,526	23,645	497	3,414	1,308	2,526	998	1,143
$(N_0-N_1/N_0)\times 100$	56.5	36.7	2.3	10.4	6.1	2.4	9.4	10.4

Table 37. Results in August.

Name of ponds		V1	V2	V3	V4	V5	VI7	VI8	VI9	Total
Catch	Weight (momme)	9,030	10,660	6,080	5,150	6,315	2,620	3,690	2,972	46,517
	Number	34,954	40,671	20,903	17,936	21,852	7,908	9,653	9,867	163,794
Size of fish	VI Weight(momme)	50	400	—	140	70	—	—	—	660
	VI Number	14	55	—	17	9	—	—	—	95
	I Weight(momme)	130	80	120	160	115	440	520	650	2,265
	I Number	235	111	158	265	110	1,606	1,140	1,972	5,597
	M Weight(momme)	900	600	640	600	440	400	500	352	4,432
	M Number	2,040	1,916	1,692	4,726	1,232	2,550	2,684	1,214	18,054
	S Weight(momme)	600	710	600	860	640	100	180	470	4,160
	S Number	3,562	4,826	3,676	1,542	3,800	1,121	1,829	4,508	24,864
	VS Weight(momme)	40	180	220	160	28	—	—	—	628
	VS Number	261	1,461	2,209	1,345	1,873	—	—	—	7,109
	Range of weight of each eel	3.6~0.15	7.3~0.12	0.8~0.1	8.3~0.5	7.7~0.1	0.4~0.08	0.45~0.09	0.4~0.1	0.08~3.3

N_1とし，増重倍率$=\frac{W_1-W_0}{W_0}$，歩減率$=\frac{N_0-N_1}{N_0}\times100$，餌料係数$=\frac{\text{総投餌量}}{W_1-W_0}$を以つて表わすと，その結果は第36表の通りである。

これによると増重倍率は 2.2～5.4 であつて，平均 3.9 を示すが，成績の良好である Ⅵ8 号池と悪い Ⅴ1 号池について比較すると，前者は後者の約2.5倍に当る。餌料係数は6.3～10.9であつて，餌料効率即ち最小の餌料を以つて最大の増肉を計る点からは Ⅵ7，Ⅵ8 号池が良好で 6.5 及び 6.3 を示し，悪いものは Ⅵ9 号池の 10.9 であつて平均 8.1 を示す。減耗率は 2.3～56.5% である。一般にシラス鰻の餌付け時期に於ける減耗が大に偏し，50%以上を示す場合が屢々ある。これは要するに，増重倍率，餌料係数，減耗率の三者を綜合して Ⅵ8，Ⅴ3 が成績が良好で Ⅴ1，Ⅴ2，Ⅵ9 等は悪いと見られる。

撰別した結果は第37表の通りである。但し VI…極大（所謂トビ鰻と称するもの）で体重 1.8 匁以上のもの，I…大で 1.8～1.3匁，m…中で 0.8～1.3 匁，S…小で 0.2～0.8 匁，VS…細（所謂ビリ鰻と称せられる 0.2 匁以下のもの）である。

4月取揚時に於ける撰別の結果飼育各池に於ける極大，大，中及び小の出現割合は第38表の通りである。これを綜括してこれ等の出現比率を求めた。（第39表）

Table 38. Results of one year's culture.

Name of ponds	VI		I		M		S		VS	
	Weight (momme)	Number	Weight (momme)	Number	Weight (momme)	Number	Weight (momme)	Number	Weight (momme)	Number
I	—	—	78,600	44,830	—	—	—	—	—	—
Ⅱ1	—	—	17,865	9,460	—	—	8,170	10,431	—	—
Ⅱ2	—	—	1,370	640	3,360	3,460	2,640	11,047	2,640	11,047
Ⅳ1	—	—	5,570	3,450	4,210	4,477	—	—	—	—
Ⅳ2	—	—	—	—	—	—	1,060	2,973	160	987
Ⅳ3	230	21	8,270	3,154	600	640	—	—	—	—
Ⅳ4	—	—	—	—	—	—	6,480	8,077	—	—
Ⅳ5	200	19	9,840	3,272	1,840	1,350	—	—	—	—
Ⅳ6	200	20	9,090	3,154	430	516	—	—	—	—
Ⅴ1	—	—	—	—	90	83	1,160	2,579	120	609
Ⅴ3	—	—	—	—	150	182	520	1,323	120	639
Ⅴ4	—	—	150	110	—	—	155	422	—	—
Ⅴ5	—	—	70	43	—	—	280	797	65	322
Ⅵ1	—	—	—	—	—	—	570	1,057	—	—
Ⅵ2	—	—	150	105	—	—	440	1,025	—	—
Ⅵ3	—	—	—	—	340	247	960	1,328	—	—
Ⅵ4	—	—	—	—	—	—	380	718	—	—
Ⅵ5	—	—	—	—	620	704	1,115	2,812	—	—

Table 39. Percentage of each size of eel after one year's culture.

Size of a body	VI	I	M	S	VS
No. of eel	60	63,218	11,659	31,644	12,995
Percentage	—	54.7	9.4	25.4	2.4
Weight of eel (momme)	630	130,975	11,640	21,445	2,985
Percentage	3.8	78.1	6.9	12.8	1.8

即ち，尾数及び重量に就いてI群が最多で，S群がこれに次ぎ，VI,VS 両群が最低を示す。而してこのような経過を辿り，成長に及ぼす人為的要素を可及的に除去するように努め，最後に飼育 10 ヵ月後に（昭和10年4月20日）成長度別に分離して優，良，劣の3群に分けた。此等各群の養魚成績を要約すると第40表の通りである。

即ち第1群の成績が最も良好で，第3群が最悪の群である。而して第3群はシラス鰻養成中

Table 40. Results of culture-techniques after a year.

Items	Weight-multiplication rate	Food quotient	Decreasing rate	Catch		Amount of bait (momme)
				Number	Weight (momme)	
Gr Ⅰ	36.5	13.6	12.8	9,287	14,205	184,590
Gr Ⅱ	25.4	16.4	25.2	8,238	12,080	80,800
Gr Ⅲ	26.3	15.2	27.7	7,534	10,920	157,560

の発育極めて不良の一群と見るべきで，養成に当つてかかる群の生ずるのは屢々体験するもので，本実験では約 2.4%を出現した。中井，保科 (1935) に依ると筋肉，腎臓，脾臓，肝臓，胆嚢及び腸等に *Plistophora sp.*, *Myxidium sp.*, *Myxobolus sp.* 及び *Nematoda* 等が著しく寄生することに依り，成長が阻害されたものとしている。

C. 供試材料

飼育経過で述べたように成長を支配すると考慮される人為的要素を可及的に除去する方法に依つて，成長を異にする群を分離した。即ち実験開始時に 8 個の池を放養密度の支配を除去するために19個の池に分離し更に此れを 7 個の池に同一系統の成長度を有する群を取纏め，最後に 3 個の広い池に移し，実験開始後満一カ年間飼育して此等 3 池から取揚げ，各池より無意撰択採集方法に依つて 100尾宛採集したものを夫々第Ⅰ群，第Ⅱ群，第Ⅲ群とし，比較のために静岡県榛原郡吉田町附近の小川で遡河後間もないと思われるシラス鰻 100尾を昭和10年 4 月20日採集し第Ⅳ 群として供試した。

3. 実 験 結 果

A. 吻の形態と成長との関係

吻の形態を表示する方法として，両眼窩の後端より前方を吻部と見做してこれを紙上に写し両眼窩の後端を結ぶ線 (B) を吻端より B線に対する垂線 (H) 及び B線に於ける頭部の高さ (h) を実測して，吻角 ($H/B \fallingdotseq \tan\alpha$) 及び吻高 ($h/H \fallingdotseq \tan\beta$) を求む (第1図参照)。即ち tan α の数値が大きければ吻は長く吻端は尖つた形態を，小なれば吻は短く吻端は丸味を帯びていることを示し，tan β の数値の大小は吻の高さの大小を示す。

Anguilla anguilla に就いては JACOBY (1880) 及び PETERSEN (1894) は吻型に Breitkopf と Schmalkapf の二種のあることを発表し，WALTER (1910a) は頭部形態より 2 変種と認め，Breitkopf のものを *Anguilla latirostris,* Schmalkopf のものを *Anguilla acutirostris* と命名した。両者の相違点は Breitkopf では吻端丸く，口唇稍々肥厚し，眼窩の後方に発達する筋肉 Mus. Tempolaris が著しく発達し，Schmalkopf の約 3 倍に達し，眼径は小で，頭高は比較的低く，又同体長のものにあつては常に Schmalkopf よりも頭長が大である。これに反し Schmalkopf の吻端は尖つて細く，Mus. Tempolaris 発達せず，そのために眼窩の後部が細く見える。眼窩後部の形態は吻端の形態のみでは中間型の存在に依り区別困難な場合に両者を識別し易い特徴の一つとした。而して JACOBY (1880) を始めとし PETERSEN (1894), BELLENI (1907), WALTER (1910a), TÖRLITZ (1922) 及び EHRENBAUM (1928) 等はすべて Breitkopf と Schmalkopf の両者を認めているが，その成因に関しては夫々異論を有し，PETERSEN (1894) は大きさ，食餌，性別，体色等に

関係あるも特に成熟期に於ては Breitkopf が Schmalkopf になるという変化説を発表し，BELLENI (1907) は雌雄によつて成長度が異なる傾向があつて，Breitkopf が雌魚で而も体長最も大なるものであり，これに反し Schmalkopf が雄魚で体長が最も小なる群に属するとした。

WALTER (1910a) は鰻は雌雄に依つて大きさの相違が著しく，多くの雄魚はすべて 40cm 以下で，雌魚には Breitkopf と Schmalkopf の 2 変種を認め，而も下り鰻には PETERSEN (1907) の説と異なり各種の形態即ち両者を混合する複雑な群となるが，その内で小形のものは Schmalkopf を有する雄魚であり，且此特徴は平常の Schmalkopf よりも顕著となることを発表した。

TÖRLITZ (1922) は Breitkopf と Schmalkopf との性について研究し，雌魚にも Schmalkopf のものあり，その反対に雄魚にも Breitkopf のものがあつて判然としないとし，JACOBY 其の他の諸学者の雌雄説に対して反対の結論をなした。但し Breitkopf に雌魚が多くて成長が迅速であることを認めている。更に Breitkopf と Schmalkopf との習性上の相違として，Breitkopf は肉食性で魚類を嗜食し，浅い淡水に棲息し，1/2封度以上の体重を示すが，Schmalkopf は雑食性で無脊椎動物を嗜食し，海辺又は淡水の深所に棲息し 1/4封度以下であるとし，EHRENBAUM (1928) もこれを認めた。

Anguilla japonica に関しては丸川 (1916a) が欧洲産鰻に見られるような Breitkopf 及び Schmalkopf に就いては触れず，雌雄の形態から JACOBY, PETERSEN 及び WALTER の所説する Breitkopf は雌魚，Schmalkopf は雄魚であり，雄魚は雌魚よりも小形で，体長 60cm 以上のものはすべて雌魚で，下り鰻の小なるものは多くは雄魚であるとした。吻の形態は雌雄の相違に依り前記 JACOBY 他三氏の説を認めた以外には之に関して研究したものがない。

著者が前章で述べた様な方法で導いた吻角と吻高の測定結果を示すと第41，42表の通りである。

Table 41. Frequency of the angle of snout.

Angle of snout \ Group	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
0.70 ～ 0.74	2	—	—	1
0.74 ～ 0.78	4	—	1	3
0.78 ～ 0.82	20	—	4	9
0.82 ～ 0.86	21	1	5	17
0.86 ～ 0.90	20	6	15	9
0.90 ～ 0.94	15	8	20	7
0.94 ～ 0.98	12	21	21	14
0.98 ～ 1.02	4	18	16	19
1.02 ～ 1.06	1	16	7	14
1.06 ～ 1.10	1	13	7	1
1.10 ～ 1.14	—	5	3	2
1.14 ～ 1.18	—	4	1	2
1.18 ～ 1.22	—	7	—	—
1.22 ～ 1.26	—	1	—	2

Table 42. Frequency of the height of snout.

Height of snout \ Group	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
0.46 ～ 0.50	—	5	—	—
0.50 ～ 0.54	1	9	4	5
0.54 ～ 0.58	—	23	7	16
0.58 ～ 0.62	2	24	29	14
0.62 ～ 0.66	10	20	19	19
0.66 ～ 0.70	24	10	16	12
0.70 ～ 0.74	31	6	12	9
0.74 ～ 0.78	14	3	4	6
0.78 ～ 0.82	11	—	2	9
0.82 ～ 0.86	4	—	2	5
0.86 ～ 0.90	3	—	4	3
0.90 ～ 0.94	—	—	1	2

上表から平均値，標準偏差及び変異係数を求めた。(第43表)

Table 43. Results of measurement of the angle and the height of snout in four groups.

Items	Mean value			
	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
Angle of snout	0.877± 0.006	1.033± 0.006	0.953± 0.007	1.015± 0.007
Height of snout	0.721± 0.004	0.606± 0.004	0.626± 0.006	0.676± 0.007

Standard deviation				Coefficient of variation			
Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
±0.092 ±0.004	±0.086 ±0.004	±0.098 ±0.005	±0.100 ±0.005	10.490± 0.499	8.325± 0.397	10.283± 0.049	10.839± 0.517
±0.064 ±0.003	±0.065 ±0.003	±0.085 ±0.004	±0.108 ±0.005	8.876± 0.423	10.726± 0.511	13.492± 0.650	15.961± 0.762

次に各群の信頼度を求めた。（第44表）

Table 44. Reliability of the angle and the height of snout between every two groups.

Items	$M_1 \sim M_2$	$M_1 \sim M_3$	$M_1 \sim M_4$	$M_2 \sim M_3$	$M_2 \sim M_4$	$M_3 \sim M_4$
Angle of snout	0.156	0.076	0.138	0.080	0.018	0.052
Height of snout	0.115	0.095	0.045	0.020	0.070	0.050

$M_1 \sim M_2$ $\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}$	$M_1 \sim M_3$ $\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_3^2}$	$M_1 \sim M_4$ $\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_4^2}$	$M_2 \sim M_3$ $\sqrt{\sigma_2^2+\sigma_3^2}$	$M_2 \sim M_4$ $\sqrt{\sigma_2^2+\sigma_4^2}$	$M_3 \sim M_4$ $\sqrt{\sigma_3^2+\sigma_4^2}$
18.6	8.3	15.0	8.7	2.0	5.3
20.5	13.2	5.6	2.8	8.8	5.2

即ち第1群と第2群とは明かに吻角と吻高に相違が認められ，その他に就いては顕著な差異は認め難い。

第1群では吻角 0.87，吻高 0.72 で第2群は吻角 1.03，吻高 0.61 を示し，吻角，吻高では第1群は吻端短く，円味を帯び，吻高大で Breitkopf の形態に，第2群は吻長くて細く尖り吻高低く，Schmalkopf の形態に相当する。然し第3群及び第4群は両者の中間にある。

次に $\frac{H}{B}$ の数値が 1 より大なるものを Breitkopf，小なるものを Schmalkopf と両者の区別標準とし，各群の出現数を求めて比較した。（第45表）

Table 45. Rates of occurrence of two types of head in four groups.

Kinds \ Groups	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
Breitkopf	96 %	28 %	67 %	46 %
Schmalkopf	4 %	72 %	33 %	54 %

即ち各群の $\frac{H}{B}$ 及び $\frac{h}{H}$ の頻度図（第6図）及び第45表から第1群には Breitkopf と見るべき形態のものが大多数を占め，Schmalkopf に属すると見るべきものが僅かに 4 %に過ぎない出現率を示し，第2群は Schmalkopf に属すると見るべきもの 72% に対し Breitkopf に属するもの 28% を示し，両群間に顕著なる出現率の差異が認められる。之に対し第4群は比較のために使用したシラス鰻であるが，第1群と第2群の中間値を示し，僅かに Schmalkopf が多い。第3群は前述の様に寄生虫に依り成長障害を蒙ったものを多数に含んでいる成長不良群であつて，Breitkopf が 67% の多数を占めているが異常成長の群であるから，形態と成長

との関係には適当な対照とはならない。

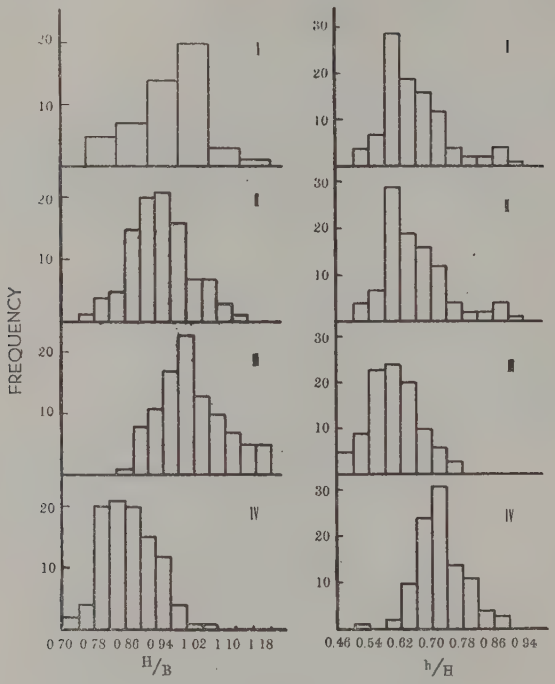


Figure 6. Histograms of the angle and the height of snout in each group.

I…1st group. II…2nd group. III…3rd group. IV…4th group.

各群の成長を比較するために体長及び体重の測定結果を示すと，第46表，第47表の通りである。

Table 46. Frequencies of the body length in each group. (cm)

Body length	5—7	7—9	9—11	11—13	13—15	15—17	17—19	19—21	21—23	23—25	25—27	27—29	29—31	31—33
Gr. I	—	—	—	—	2	6	21	13	20	16	14	5	2	1
Gr. II	—	—	6	24	30	33	7	—	—	—	—	—	—	—
Gr. III	—	48	50	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gr. IV	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 47. Frequencies of the body weight in each group. (gr)

Body weight	>0.1	0.1—5.0	5.0—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	40—45	45—50	50—55
Gr. I	--	7	28	21	17	13	9	3	1	—	—	1
Gr. II	7	87	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gr. III	65	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gr. IV	15	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 56. Correlation table between the body length (L) and the height of snout (H) in the 3rd group.

L (cm) \ H	0.46～0.50	0.50～0.54	0.54～0.58	0.58～0.62	0.62～0.66	0.66～0.70	0.70～0.74	0.74～0.78	0.78～0.82
7.8～ 8.6	—	—	4	1	3	3	2	—	—
8.6～ 9.4	1	1	1	7	6	8	5	—	2
9.4～10.2	—	1	2	11	6	2	5	1	1
10.2～11.0	—	1	4	6	4	2	—	—	1
11.0～11.8	—	—	1	2	1	—	—	—	—
11.8～12.6	—	—	—	—	—	—	—	—	1

Table 57. Correlation table between the body length (L) and the height of snout (H) in the 4th group.

L (cm) \ H	0.50～0.58	0.58～0.66	0.65～0.74	0.74～0.82	0.82～0.90	0.90～0.98	0.98～1.06
5.2 ～ 5.6	1	2	2	—	1	1	—
5.6 ～ 6.0	10	14	13	9	2	1	1
6.0 ～ 6.4	8	13	5	6	4	1	—
6.4 ～ 6.8	2	1	—	1	1	—	—
6.8 ～ 7.2	—	1	—	—	—	—	—

Ⅲ. H. B. h と体長との相関々係

Table 58. Correlation table between the body length and the H. B. h in the 1 st group.

Body length (cm)	H				B				h				
	0.42～0.53	0.53～0.74	0.74～0.90	0.90～1.06	0.4～0.6	0.6～0.8	0.8～1.0	1.0～1.2	0.30～0.38	0.38～0.46	0.46～0.54	0.54～0.62	0.62～0.70
14 ～ 18	14	2	—	—	11	6	—	—	9	7	—	—	—
18 ～ 22	20	14	—	—	4	23	1	—	6	23	6	—	—
22 ～ 26	1	28	7	—	—	16	20	—	—	9	22	3	—
26 ～ 30	—	2	11	—	—	—	6	7	—	—	5	9	—
30 ～ 34	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1

Table 59. Correlation table between the body length and the H. B. h in the 2nd group.

Body length (cm)	H				B				h				
	0.30～0.38	0.38～0.46	0.46～0.54	0.54～0.62	0.30～0.38	0.38～0.46	0.46～0.54	0.54～0.62	0.18～0.22	0.22～0.26	0.26～0.30	0.30～0.34	0.34～0.38
9.5～11.5	21	1	—	—	16	1	—	—	13	2	—	—	—
11.5～13.5	8	20	1	—	7	18	—	—	10	13	4	—	—
13.5～15.5	—	22	12	—	1	19	13	—	1	9	16	8	—
15.5～17.5	—	2	17	1	—	7	14	1	—	—	8	10	2
17.5～19.5	—	—	2	1	—	—	1	2	—	—	—	3	—

Table 60. Correlation table between the body length and the H. B. h in the 3rd group.

Body length (cm)	H				B				h				
	0.26～0.30	0.30～0.34	0.34～0.38	0.38～0.43	0.28～0.32	0.32～0.36	0.36～0.40	0.40～0.48	0.16～0.19	0.19～0.22	0.22～0.25	0.25～0.28	0.28～0.31
7.8～ 8.6	8	6	—	—	12	3	—	—	9	6	—	—	—
8.6～ 9.4	10	15	2	—	23	4	—	—	9	13	3	2	—
9.4～10.2	4	23	7	1	2	22	11	—	6	19	9	—	1
10.2～11.0	—	8	8	1	—	2	14	1	1	12	3	1	—
11.0～11.8	—	—	4	—	—	—	4	—	—	—	—	4	—
11.8～12.6	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—

Table 61. Correlation table between the body length and the H. B. h in the 4th group.

Body length (cm)	H				B				h			
	0.17～0.19	0.19～0.21	0.21～0.23	0.23～0.25	0.17～0.19	0.19～0.21	0.21～0.23	0.23～0.25	0.11～0.13	0.13～0.15	0.15～0.17	0.17～0.19
5.2 ～ 5.6	6	6	—	—	3	7	2	—	7	3	2	—
5.6 ～ 6.0	17	25	9	4	21	29	5	—	36	7	11	1
6.0 ～ 6.4	2	13	8	4	3	17	7	—	15	4	5	4
6.4 ～ 6.8	—	1	2	1	—	1	2	1	2	2	—	—
6.8 ～ 7.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

以上の関係表から吻型を構成する諸要素と体長との相関係数を求めた結果は第62表の通りである。

Table 62. Comparison of the coefficients of correlation in the four groups.

Coefficient of correlation \ Groups	Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV
Angle of snout and body length	−0.26±0.05	−0.04±0.06	0.09±0.05	0.26±0.05
Height of snout and body length	−0.19±0.05	0.24±0.05	0.20±0.05	0.30±0.05
H and body length	0.91±0.02	0.86±0.03	0.90±0.01	0.89±0.04
B and body length	0.85±0.01	0.87±0.03	0.93±0.01	0.91±0.02
h and body length	0.73±0.01	0.89±0.02	0.94±0.01	0.88±0.04

即ち吻角及び吻高は体長との間に相関々係を認める事が出来ない。然し H. B 及び h は夫々体長と相関々係を認める事が出来る。即ち吻長 (H), 吻高 (h), 吻巾 (B) は成長に伴つて増大するが吻角及び吻高は Leptocephalus から変態してシラス鰻になつた時に Breitkopf と Schmalkopf の形態をなして出現し, 吻の形態は絶対的のものであつて, 成長とは無関係

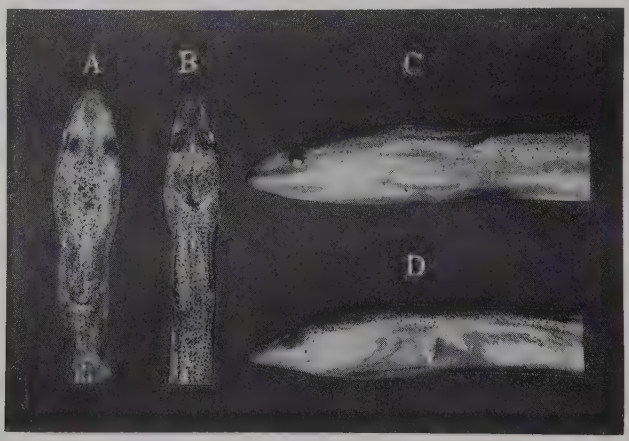


Figure 7. Showing the two types of head of the glass-eel.

Breitkopf : Body length 5.6cm. Body wieght 0.14gr.
A……Dorsal view. C……Lateral view.

Schmalkopf : Body length 5.6cm. Body weight 0.10gr.
B……Dorsal view. D……Lateral view.

各群の体長及び体重の平均値，標準偏差，最大，最小形を求めた（第48表）。

Table 48. Results of measurement of the body length and the body weight.

Items \ Groups	Range			
	Gr. Ⅰ	Gr. Ⅱ	Gr. Ⅲ	Gr. Ⅳ
Body length (cm)	14.4～32.7	9.9～18.3	7.0～13.0	5.25～6.8
Body weight (gr)	3.5～51.0	0.9～ 8.5	0.4～ 2.0	0.09～0.28

Mean value				Standard deviation			
Gr. Ⅰ	Gr. Ⅱ	Gr. Ⅲ	Gr. Ⅳ	Gr. Ⅰ	Gr. Ⅱ	Gr. Ⅲ	Gr. Ⅳ
21.96 ±0.21	13.70 ±0.14	9.58 ±0.06	5.98 ±0.02	±3.50 ±0.10	±2.06 ±0.09	±0.94 ±0.04	±0.27 ±0.01
15.78 ±0.61	3.00 ±0.10	0.95 ±0.06	0.17 ±0.00	±8.97 ±0.34	±1.52 ±0.07	±0.32 ±0.05	±0.04 ±0.00

即ち第1群と第2群と比較するに平均値に於て，体長では第1群が 21.96±0.21cm 第2群が 13.70±0.14cmで，前者は後者の約2倍に相当し，体重に於て第1群の 15.78±0.61gr に対し，第2群では 3.00 ±0.10 gr で前者は後者の約5倍に相当する。更に両者の最大型を比較すると体長では第1群が 32.7cm，第2群が 18.3cm であり，体重では第1群の 51.0 gr に対し第2群は 8.5grを示し，略平均値と近似的数値を示し，第1群が第2群に比して体長に於て約2倍，体重に於て約5倍以上の成長量を示している。

第3群及び第4群は第1群及び第2群に比して，逐次成長量が劣つている事が明かである。肥満度（$\frac{W}{L^3}\times 1000$）に就て比較するに（第49表）第1群が最大で第4群が最低を示している。

Table 49. Fatness of body in four groups.

Groups	Gr. Ⅰ	Gr. Ⅱ	Gr. Ⅲ	Gr. Ⅳ
Fatness, ($\frac{W}{L^3}\times 1000$)	1.49	1.17	1.08	0.79

即ち以上に依つて明白な事実は，Breitkopf の多い群は Schmalkopf の多い群よりも遙かに成長が優良な点を指摘する事が出来る。

次に，然らば Breitkopf 或いは Schmalkopf なる吻型の特徴が成長に伴つて変化する PETERSEN の説に対し吻角，吻高，H，B 及び h 等の吻型を構成する諸要素と体長との相関々係を求め検討を試みた。

Ⅰ. 吻　　角

Table 50. Correlation table between the body length (L) and the angle of snout (S) in the 1st group.

L (cm) \ S	0.70～0.74	0.74～0.78	0.78～0.82	0.82～0.86	0.86～0.90	0.90～0.94	0.94～0.98	0.98～1.02	1.02～1.06	1.06～1.10
14 ～ 18	—	—	3	4	2	2	3	1	1	1
18 ～ 22	—	—	5	9	7	6	5	1	—	—
22 ～ 26	—	4	5	9	8	6	3	1	—	—
26 ～ 30	1	1	7	3	1	—	—	—	—	—
30 ～ 34	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 51. Correlation table between the body length (L) and the angle of snout (S) in the 2nd group.

L (cm) \ S	0.84～0.88	0.88～0.92	0.92～0.96	0.96～1.00	1.00～1.04	1.04～1.08	1.08～1.12	1.12～1.16	1.16～1.20	1.20～1.24	1.24～1.28
9.5 ～ 11.5	1	—	3	1	4	2	—	1	1	2	—
11.5 ～ 13.5	—	2	2	4	9	5	1	—	2	1	1
13.5 ～ 15.5	—	4	4	8	7	8	3	—	—	—	—
15.5 ～ 17.5	—	1	4	3	2	3	3	1	3	1	—
17.5 ～ 19.5	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—

Table 52. Correlation table between the body length (L) and the angle of snout (S) in the 3rd group.

L (cm) \ S	0.76～0.80	0.80～0.84	0.84～0.88	0.88～0.92	0.92～0.96	0.96～1.00	1.00～1.04	1.04～1.08	1.08～1.12	1.12～1.16	1.16～1.20
7.8 ～ 8.6	—	—	1	2	4	2	4	1	—	—	—
8.6 ～ 9.4	—	2	5	6	6	3	6	2	—	—	1
9.4 ～ 10.2	1	2	1	9	4	3	6	2	2	1	—
10.2 ～ 11.0	2	—	2	4	3	2	5	—	1	—	—
11.0 ～ 11.8	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—
11.8 ～ 12.6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

Table 53. Correlation table between the body length (L) and the angle of snout (S) in the 4th group.

L (cm) \ S	0.76～0.84	0.84～0.92	0.92～1.00	1.00～1.08	1.08～1.16	1.16～1.24	1.24～1.32
5.2 ～ 5.6	—	—	3	4	—	—	—
5.6 ～ 6.0	3	7	10	20	1	8	1
6.0 ～ 6.4	2	8	9	14	4	1	—
6.4 ～ 6.8	1	1	—	1	—	1	—
6.8 ～ 7.2	—	—	1	—	—	—	—

Ⅱ. 吻　　高

Table 54. Correlation table between the body length (L) and the height of snout (H) in the 1st group.

L (cm) \ H	0.56～0.60	0.60～0.64	0.64～0.68	0.68～0.72	0.72～0.76	0.76～0.80	0.80～0.84	0.84～0.88	0.88～0.92
14 ～ 18	1	1	2	3	3	2	1	1	1
18 ～ 22	—	1	5	13	6	6	3	1	1
22 ～ 26	—	3	4	15	7	2	3	1	—
26 ～ 30	—	1	3	5	1	3	—	—	—
30 ～ 34	—	1	—	—	—	—	—	—	—

Table 55. Correlation table between the body length (L) and the height of snout (H) in the 2nd group.

L (cm) \ H	0.46～0.50	0.50～0.54	0.54～0.58	0.58～0.62	0.62～0.66	0.66～0.70	0.70～0.74	0.74～0.78
9.5 ～ 11.5	1	1	4	5	2	2	—	—
11.5 ～ 13.5	3	4	10	3	3	2	1	1
13.5 ～ 15.5	1	4	6	8	9	4	2	—
15.5 ～ 17.5	—	—	3	8	5	1	1	2
17.5 ～ 19.5	—	1	—	—	2	—	—	—

である事が証明される。依つて，PETERSEN (1894) の頭部形態が成熟に伴つて変化する説は誤謬である事が指摘される。而して吻の形態と成長とは密接な関係があつて BELLENI (1907) 又は TÖRLITZ(1922) が述べた様に，雌雄に依る成長度の相違は別として Breitkopf は Schmalkopf に比して成長が極めて良好である事実は養鰻種苗撰択上極めて重視されるべき問題で，本研究に於て明らかにした事実を養鰻業に応用し，積極的養成を試み得る可能性が認められる。

Ⅲ. 吻の形態と性別との関係

供試材料はシラス鰻及び之を満1ヵ年間飼育したものであるから生殖腺は未発達で，性別を識別する事が困難であるから，該標本に依つては吻型との関係を究明し得ない。依つて別章雌雄に依る形態的差異に使用した天然鰻の吻角，吻高に就いて明らかにした。

雌雄に依る吻角及び吻高の出現頻度を表示すれば第63表の通りである。

Table 63. Frequencies of the angle and the height of snout.

Angle of snout	0.70～0.74	0.74～0.78	0.78～0.82	0.82～0.86	0.86～0.90	0.90～0.94	0.94～0.98	0.98～1.02	1.02～1.06	1.06～1.10	1.10～1.14	1.14～1.18
Female	2	1	1	8	9	7	5	6	2	1	—	1
Male	1	—	1	2	5	6	11	10	8	5	1	—

Height of snout	0.44～0.46	0.46～0.48	0.48～0.50	0.50～0.52	0.52～0.54	0.54～0.56	0.56～0.58	0.58～0.60	0.60～0.62	0.62～0.64	0.64～0.66	0.66～0.68	0.68～0.70
Female	2	—	6	2	5	8	5	7	3	—	1	4	—
Male	—	—	3	2	2	4	5	6	6	9	4	7	1

吻高，吻角の平均値及び雌雄に依る此等の信頼度（第64表）に依ると，両者間には生物統計学的に全く差異を認める事が出来ない。然し第63表からも明らかな様に雌魚が雄魚に比して吻角，吻高が共に大なる傾向は伺われるが特殊な両極端の例を除いては両者間に連續的中間型がある。即ち JACOBY, WALTER 及び BELLENI 等が *Anguilla anguilla* に就いて，又丸川 (1916a) が *Anguilla japonica* に就いて認めた様な雌雄に依る吻型の形態的差異は誤りであると断定され，TÖRLITZ (1922) が *Anguilla anguilla* で性別には関係が少ない所説を *A. japonica* についても肯定することが出来る。

Table 64. Reliability in the measurement of snout.

Items	Mean value ♀	Mean value ♂	M♀～M♂	$\frac{M♀～M♂}{\sqrt{\sigma♀^2+\sigma♂^2}}$
H/B	2.311±0.026	2.248±0.019	0.063	1.9
h/H	1.432±0.017	1.401±0.011	0.031	1.3

B. 変化性外部形態特徴と成長との関係

吻形以外の形質の内，眼径，眼隔，頭長，臀鰭の位置，体高及び体巾等に就いて測定した結果は，第8図，第65，66，67，68，69 及び70表の通りである。

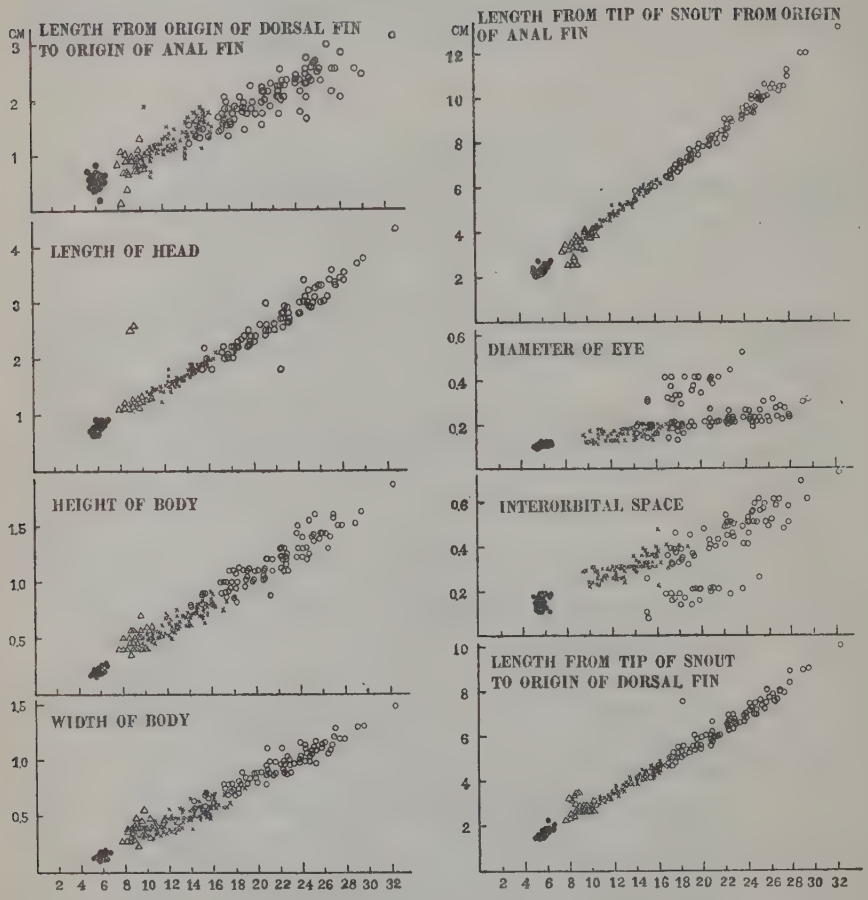

CM
LENGTH FROM ORIGIN OF DORSAL FIN TO ORIGIN OF ANAL FIN
LENGTH OF HEAD
HEIGHT OF BODY
WIDTH OF BODY
LENGTH FROM TIP OF SNOUT FROM ORIGIN OF ANAL FIN
DIAMETER OF EYE
INTERORBITAL SPACE
LENGTH FROM TIP OF SNOUT TO ORIGIN OF DORSAL FIN
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32
LENGTH OF BODY (CM)

Figure 8. Relation betweeen the variable external characters and the body length.
○…Gr. Ⅰ , ×…Gr. Ⅱ , △…Gr. Ⅲ , ●…glass eel (Gr. Ⅳ) .

I. 眼　　径

Table 65. Correlation table between the body length and the diameter of eye.

Groups	Diameter of eye / Body length (cm)	0.08～0.10	0.10～0.12	0.12～0.14	0.14～0.16	0.16～0.18	0.18～0.20	0.20～0.22	0.22～0.24	0.24～0.26	0.26～0.28	0.28～0.30	0.30～0.32
Gr. I	14～18		1	4	3	2	5	2					
	18～22			3	2	3	9	15					
	22～26						2	18	8	5	1	2	
	26～30							3	4		3	1	2
	30～34											1	
Gr. II	9.5～11.5		4	8	3	1							
	11.5～13.5			10	9	7	1						
	13.5～15.5			3	9	11	12						
	15.5～17.5				3	2	13						
	17.5～19.5						1	1					
Gr. III	7.8～ 8.6	1	5	1									
	8.6～ 9.4		10	3	1								
	9.4～10.2		7	5	2								
	10.2～11.0		4	7		1							
	11.0～11.8			2									
	11.8～12.6						1						
Gr. IV	5.2～5.8	18	6										
	5.8～6.4	39	32										
	6.4～7.2	2	3										

Ⅱ. 眼　　隔

Table 66. Correlation table between the body length and the interorbital space.

Groups	Interorbital space / Body length	0.06～0.10	0.10～0.14	0.14～0.18	0.18～0.22	0.22～0.26	0.26～0.30	0.30～0.34	0.34～0.38	0.38～0.42	0.42～0.46	0.46～0.50	0.50～0.54	0.54～0.58	0.58～0.62	0.62～0.66	0.66～0.70	0.70～0.74
Gr. Ⅰ	14～18					2		9	3	4								
	18～22							6	7	14	4	1						
	22～26									3	5	6	15	4	3			
	26～30											2	3	2	5		1	
	30～34																	1
Gr. Ⅱ	9.5～11.5				1	7	6	1										
	11.5～13.5					7	14	6										
	13.5～15.5						5	22	4									
	15.5～17.5						1	13	5	2	1							
	17.5～19.5									4								
Gr. Ⅲ	7.8～ 8.6				3	3												
	8.6～ 9.4				3	6	4											
	9.4～10.2				5	3	6											
	10.2～11.0					3	9	1										
	11.0～11.8					1	2	1										
	11.8～12.6							1										
Gr. Ⅳ	5.2～ 5.6	2	2	2														
	5.6～ 6.0		32	16	2													
	6.0～ 6.4		19	14	4													
	6.4～ 6.8		1	3														
	6.8～ 7.2				1													

Ⅲ. 頭　　長

Table 67. Correlation table between the body length and the length of head.

Groups	Head length / Body length	0.6～0.8	0.8～1.0	1.0～1.2	1.2～1.4	1.4～1.6	1.6～1.8	1.8～2.0	2.0～2.2	2.2～2.4	2.4～2.6	2.6～2.8	2.8～3.0	3.0～3.2	3.2～3.4	3.4～3.6	3.6～3.8
Gr. Ⅰ	14～18						2	3	7								
	18～22							1	8	8	6		1				
	22～26											10	9	2	1	1	1
	26～30													3	1	3	1
	30～34																1
Gr. Ⅱ	9.5～11.5				9	8											
	11.5～13.5					17	11										
	13.5～15.5						15	17									
	15.5～17.5							12	9								
	17.5～19.5								1	1							
Gr. Ⅲ	7.8～8.6			12	2												
	8.6～9.4			10	17	1											
	9.4～10.2			1	20	9											
	10.2～11.0				3	9	5	3	1								
	11.0～11.8					1	3	2									
	11.8～12.6									1							
Gr. Ⅳ	5.2～5.6	6															
	5.6～6.0	51	2														
	6.0～6.4	28	5														
	6.4～6.8	2	2														
	6.8～7.2			1													

Ⅳ. 臀鰭前端基部より背鰭前端起部迄の距離

Table 63. Correlation table between the body length and the distance from origin of dorsal fin to origin of anal fin.

Groups	Position of fin / Body length	0.2～0.4	0.4～0.6	0.6～0.8	0.8～1.0	1.0～1.2	1.2～1.4	1.4～1.6	1.6～1.8	1.8～2.0	2.0～2.2	2.2～2.4	2.4～2.6	2.6～2.8	2.8～3.0	3.0～3.2
Gr. Ⅰ	14～18						4	6	5	1	1					
	18～22						1	5	10	8	6	2				
	22～26								2	2	10	13	7	3		
	26～30										1	2	7	1	2	
	30～34															1
Gr. Ⅱ	9.5～11.5				9	6	1									
	11.5～13.5					15	11	2								
	13.5～15.5					2	10	13	6							
	15.5～17.5						2	11	5	2						
	17.5～19.5									2	1					
Gr. Ⅲ	7.8～8.6		2	6	5											
	8.6～9.4			8	23	4										
	9.4～10.2			5	19	6	1									
	10.2～11.0			1	5	11										
	11.0～11.8				1	2										
	11.8～12.6					1										
Gr. Ⅳ	5.2～5.6	1	4	1												
	5.6～6.0	2	42	5												
	6.0～6.4		30	10												
	6.4～6.8			4												
	6.8～7.2			1												

V. 体　　高

Table 69. Correlation table between the body length and the body height.

Groups	Body length \ Body height	0.1～0.2	0.2～0.3	0.3～0.4	0.4～0.5	0.5～0.6	0.6～0.7	0.7～0.8	0.8～0.9	0.9～1.0	1.0～1.1	1.1～1.2	1.2～1.3	1.3～1.4	1.4～1.5	1.5～1.6	1.6～1.7
Gr. I	14～18							5	7	6	1	2					
	18～22							1	2	8	13	8	6				
	22～26										3	5	10	3	3	2	
	26～30												1	2	6	2	
	30～34															1	1
Gr. II	9.5～11.5				4	12											
	11.5～13.5				1	12	11	2									
	13.5～15.5						12	22	5								
	15.5～17.5						2	8	9	2							
	17.5～19.5								2		1						
Gr. III	7.8～8.6			4	7	3											
	8.6～9.4			3	15	12	1										
	9.4～10.2			2	15	13	1										
	10.2～11.0				3	12	2	1									
	11.0～11.8					2											
	11.8～12.6							2	1								
Gr. IV	5.2～5.6	5	1														
	5.6～6.0	27	23														
	6.0～6.4	11	28														
	6.4～6.8		4														
	6.8～7.2		1														

Ⅵ. 体　　幅

Table 70. Correlation table between the body length and the body width.

Groups	Body length \ Body width	0.1～0.2	0.2～0.3	0.3～0.4	0.4～0.5	0.5～0.6	0.6～0.7	0.7～0.8	0.8～0.9	0.9～1.0	1.0～1.1	1.1～1.2	1.2～1.3	1.3～1.4	1.4～1.5
Gr. Ⅰ	14～18					3	7	6							
	18～22						4	13	15	3					
	22～26								4	15	13	2			
	26～30										3	8	3		
	30～34														1
Gr. Ⅱ	9.5～11.5			11	5										
	11.5～13.5			5	11	10									
	13.5～15.5				3	25	6								
	15.5～17.5														
	17.5～19.5														
Gr. Ⅲ	7.8～ 8.6		1	10	3										
	8.6～ 9.4				25	7									
	9.4～10.2		2		15	12	1								
	10.2～11.0				9	6	2								
	11.0～11.8				1	3									
	11.8～12.6							1							
Gr. Ⅳ	5.2～ 5.6	6													
	5.6～ 6.0	50													
	6.0～ 6.4	36	4												
	6.4～ 6.8	2	1												
	6.8～ 7.2	1													

以上の測定結果から夫々平均値及び標準偏差を求めた。（第71表）

Table 71. Results of measurement.

Groups / Items	Mean value				Standard deviation			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
(HL/L)×100	12.35 ±0.12	13.75 ±0.09	13.34 ±0.03	12.84 ±0.22	1.85±0.08	1.38±0.06	0.53±0.02	3.27±0.16
(AF-DF/L) ×100	10.91 ±0.01	9.47±0.06	9.54±0.08	8.20±0.10	1.96±0.01	0.97±0.04	1.33±0.05	1.55±0.08
(W/L)×100	4.33±0.03	3.78±0.01	4.17±0.05	3.78±0.03	0.43±0.02	0.10±0.00	0.69±0.03	0.40±0.01
(H/L)×10	5.49±0.05	5.00±0.03	5.49±0.10	3.52±0.07	0.88±0.04	0.50±0.02	1.53±0.07	0.10±0.05
(D/L×)100	2.01±0.03	2.20±0.01	2.29±0.01	2.25±0.02	0.44±0.02	0.24±0.01	0.16±0.01	0.32±0.01
(ED/L)×100	0.83±0.01	1.17±0.01	1.16±0.08	1.16±0.01	0.11±0.00	0.14±0.00	0.12±0.06	0.12±0.00

第1群と第2群，第1群と第3群及び第2群と第3群の各測定部位の平均値の差の信頼度を求めた。（第72表）

Table 72. Reliability corresponding to table 71.

Items	$M_1 \sim M_2$	$M_1 \sim M_3$	$M_2 \sim M_3$	$\frac{M_1 \sim M_2}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2}}$	$\frac{M_1 \sim M_3}{\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_3^2}}$	$\frac{M_2 \sim M_3}{\sqrt{\sigma_2^2+\sigma_3^2}}$
(HL/L)×100	1.40	0.99	0.41	10.5	8.3	13.7
(AF—DF/L)×100	1.44	1.37	0.07	24.0	17.1	0.7
(W/L)×100	0.55	0.16	0.39	16.2	2.7	6.5
(H/L)×100	0.49	0	0.49	8.2	0	4.9
(D/L)×100	0.19	0.28	0.09	19.0	9.3	9.0
(ED/L)×100	0.34	0.33	0.01	34.0	4.1	0.1

即ち，第1群は頭長が小で，背鰭の前端基部と臀鰭前端基部との隔離が大で（従つて背鰭は稍前方に，臀鰭は後方に位置し），体巾広く体高高く，眼隔は狭く，眼径は小であるのに対し第2群は全く第1群と反対で，両者間に判然たる差異が認められる。

4. 考　　察

前述の様な相違は一見雌雄の形態的差異と類似して居る点が多い。特に眼径が小であり，体巾，体高に就いて反対である以外は略同一傾向を有するが，此等に関する雌雄の形態的差異は顕著に認められず，かゝる傾向があるに過ぎないが，第1群と第2群との間に於ける差異は顕著である。BELLENI (1907) は成長の良好な群は雌魚であるとしたし，著者（生殖腺に関する研究）及び丸川も日本産鰻の成長極限は雌魚の方が大である事を証明した。この様な点からすると，第1群は雌魚が大部分であり，第2群は雄魚群であるかの様に推論し得るが，本実験終了後引続き4ヵ年飼育し，生殖腺識別が可能となつた時に調査した結果では，雄魚が 98% を占めて居た事実から雌雄差と見るべきは早計であり，性の転換現象に関する実験的証明を俟たなければ結論し難い。然し前項の吻型と成長との関係で，雌雄及び成長には無関係である事を証明した点から，かゝる第1群と第2群との形態的相違は成長量の相違に基くものである。従つて，PETERSEN (1894) の頭部変化説，TÖRLITZ (1922) 及び EHRENBAUM (1929) 等の所説たる習性に依る変異説等は寧ろ狭義な見解で，広義な解釈として成長量を異にすることに依つて吻型及びその他の変化性形質の一部に相違を有し，成長量の相違を生ずる原因は形態的に特徴ある優良品種と見るべき内的因子に依るものである。故に WALTER (1910) が2変種を認めた様に，日本産鰻に対しても同様，吻型に広頭又は鈍円頭，及び狭頭又は鋭角頭の2品

種を認めた方が産業的にも生物学的にも妥当と思われる。

5. 摘　　要

1. 成長を支配する人為的要素を可及的に除去する方法として池換え，選別に依つて，成長量を異にする群を分離し同一条件，同一養魚技術の下にシラス鰻を満1カ年間飼育し，3群に分け，比較のために遡河後間もないシラス鰻をも供試した。

2. 吻型は吻角（tanα）と吻高（tanβ）を以て表わし，両者を各群に就いて比較した結果吻短かく，円味を帯び，吻高大で，Breitkopf に類似の形態を有する群は，吻長く，巾細くて尖り，吻高の低い Schmalkopf に相当する形態を有する群よりも遙かに大なる成長量を示す。

3. 吻角及び吻高は体長との間に相関々係を認める事が出来ない。従つてシラス鰻に現われる吻型の特性は絶対的のものであつて成長とは無関係である。

4. 吻角及び吻高の相違は雌雄の形態的差異ではない。

5. 頭長小で背鰭は稍前方に臀鰭は後方に位置し，体巾広く体高高く，眼隔は狭く，眼径小なる形態的特徴を有する群は，然らざる群に比し成長量は遙かに優位にある。

6. 成長量を異にし，形態的特徴を有するニホンウナギ（*Anguilla japonica* T. & S.）に優良品種としての広頭鈍角性鰻と，劣等品種として狭頭鋭角性鰻の2品種を区別し，養鰻種苗撰択上かゝる点を産業に応用し，積極的増産を計る事が可能である。

第五章　シラス鰻の遡河習性並びに遡河量を支配する環境要因に就いて

Chapter V. On the Upstream Habits and the Environmental Factors Controlling Quantity Among the Upstream Glass-Eel Caught.

1. 既往の業績及び研究目的

養鰻業の躍進的発達に伴い，シラス鰻養成業が専業として分業し，新しい産業が勃興するに至り，シラス鰻は種苗用として重要なものとなつた。従つてシラス鰻の生態並びに遡河量を支配する環境要因との関係は種苗確保と蕃殖保護上緊要となつた。

従来シラス鰻に関しては養鰻種苗並びに移殖用種苗としての立場から徳久（1913a）は実験に基き，その価値を説き，各水産試験場並に国立水産試験場等は飼育実験の業績を多数発表した。習性に関する研究は最近のことで，松井（1935a），稲葉，山本（1938）及び松井（1936a,b）等の業績がある。

著者は昭和9年以来，日本産鰻の産卵場の究明と併せて，シラス鰻の遡河習性を実験観察して来た。茲に此等を取纏め一応の結論を得る段階に至つた。

2. 実　験　方　法

実験は主として静岡県榛原郡川崎町附近の勝間田川及び相良川並びに吉田町附近の大井川

寄子川及び川尻川，静岡県磐田郡福田町の太田川等で実施した。但しシラス鰻遡河量と環境要因との関係は昭和11年10月より昭和13年6月迄勝間田川，相良川並に寄子川に於て行つた。（第9図）

シラス鰻遡河量の測定法は定置式採集金網（第10図）を使用した。この定置式採集網の構造

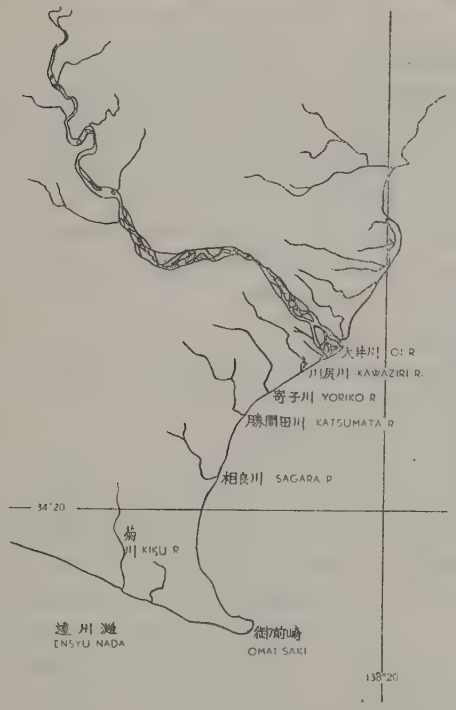


Figure 9. Location of experimented stations.

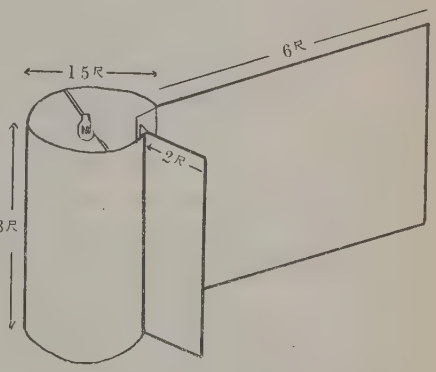


Figure 10. Structure of collecting net employed.

は径 1.5尺，高さ3尺の円筒形金網の一部に縦に巾2寸の開口部を設けその両翼に河岸から河心部に向つて突出する袖網（6尺×3尺）と河岸に向う袖網（2尺×3尺）を有し円筒の金網の上部に函型携帯電燈を照明して両袖網に沿つて誘致されるシラス鰻を円筒金網に集める様にしたものである。この開口部が下流に向う様に河川の一定個所に設置して，10分間置きに入網するシラス鰻を攬網で採捕するか又は円筒網の開口部を通過する魚体を数取器で測定した。

長期遡河量と気象との関係の調査資料は水産講習所より調査研究用としてシラス鰻採捕許可証を発行し，採捕量をすべて吉田実習場に報告すると共にそれ等を購入する方法に依つて全漁獲量を記録した。

3. 実　験　結　果

A. シラス鰻の遡河時期

シラス鰻の遡河時期は従来2月頃より4月下旬とされて居た。丸川（1916a）が明治45年各

地水産試験場に遡河時期を調査照会した結果に依ると，2月20日から6月5日迄である。大正5,6年頃からシラス鰻の養成実験が本格的に実施され，昭和2,3年頃に漸く産業的に成功して以来，シラス鰻の遡河時期が注目されるに至り，業者の間に遡河を従来より更に早期に発見する者が現われるに至り，遡河時期に関する全貌が更に明瞭となつた。既往の文献並びに業者の観察記録を表示すると第73表の様である。

Table 73. Records of catch when the glass-eels were eariest caught in autumn.

Observers	Date	Positions observed	Remarks
Y. Matsui	Nov. 5, 1934	Near Imakiri Hamanako Lake	Many glass-eels migrated during from Jan.9 to Feb. 1,1924
Y. Matsui	Dec. 18, 1930	Near the sound of Hamana Lake, Shizuoka Pref.	Water temp. was 16°C
Fisher man in Toyohashi City	Nov. 2, 1929	Shallow coast near of the mouth of Toyokawa River	Investigated by Y. Matsui
H. Terada	Oct. 5, 1933	River mouth of Ōta River	Investigated by I. Matsui
I. Matsui	Dec. 14, 1935	Ditto.	
Kumamoto Fish. Exp. St.	Dec. 19, 1924	Shallow coast near the mouth of Kuma River	
Inaba and Yamamoto	Nov. 13, 1936	Yamada Eel-culture Pond near Arai Rail way St.	Two glass eels were collected at 14.3°C
Y. Yamada	Nov. 9, 1933	Ditto.	
Fisher man in Maisaka	Oct. early	Shallow coast at Maisaka	
H. Marukawa	Feb. 20, 1912	Tokushima River	
R. Seishi	Oct. 28, 1938	Imakiri in Hamanako Lake	54.34mm in body length of a glass-eel was collected at 20.4°C

即ち熱心な業者の観察記録に依ると，シラス鰻は河口又は浅海，湾に於ては10月上旬乃至11月2日に見られ，記録にすると清石（1939）が10月28日に，松井（1935a）が11月5日に稲葉，山本（1937）が11月13日にそれぞれ採集して居り，これによると遡河初期は10月下旬乃至11月上旬である。かゝる事実から著者（1936b）は遡河初期の初春説を訂正し，遡河初期は晩秋から初冬であり事実を発表した。その後，稲葉，山本（1938）は浜名湖での観測結果に基き，浜名湖口に於ける遡河初期を10月～11月，最盛期は1月下旬～2月，終期は4月であるとし，著者の観察を確認した。

著者は遡河始期の調査に従事すると共に遠州灘に面する静岡県榛原郡に於て昭和12年12月15日から昭和13年5月20日に亘る長期遡河量の変動を観測した。長期遡河量の観測結果から遡河期を次の様に区別することが出来る。（第13図参照）即ち

a）外的条件特に水温に支配され，遡河量が僅少で，不規則に相当量の遡河を見るが一時的である。～～遡河始期

b）外的条件の複雑な影響に従つて遡河量が増大し，絶対量の最大を示すが，遡河量の消長が顕著である。～～遡河最盛期

c）遡河量の消長は著しくなくその消長は略々一定する。～～遡河盛期末期

d）遡河量は減少するが外的条件に基く消長が著しくない。黒色素を含む所謂クロッコの混入量が増加する。～～遡河終期

e）外的条件としての潮汐及び満潮時間の影響により遡河量の消長が顕著となりその量が減少する。～～遡河末期

かゝる条件に基いて遡河時期を区別すると次の様になる。

遡河始期	10月初旬 ～ 12月下旬
遡河盛期	1月20日 ～ 3月8日
遡河盛期末期	3月中旬 ～ 4月11日
遡河終期	4月中旬 ～ 5月7日
遡河末期	5月上旬 ～ 5月20日

即ち遡河量の消長に変化はあるが，遡河時期は10月初旬から5月下旬である。勿論遡河時期は沿岸並びに河川の水温に依つて年別変化が認められるから時期の遅速に多少の変動があり得る（後述）。又地域的に区別されるが遡河時期は長期である。MEEK (1916) に依ると，欧洲産鰻 *Anguilla anguilla* の遡河期は Ireland, France 及び Spain の両海岸では一般に12月から2月に Scotland の東海岸では2月から4月，英国の東海岸及び Norway 及び Denmark では5月から7月，地中海の Adriatic 海の Commachio では2月から4月で産卵場からの距離に従つて遡河時期を異にする。SCHMIDT (1925a) に依ると米国産鰻 *A. rostrata* は3月から5月に遡河し，この点日本産鰻と類似して居る。日本産鰻にあつては遡河時期が可成り長期に亘るが，遡河始期と末期に於ける体長の変化が多少認められ，体色素の増加する群の混入割合も増加するが尚，所謂シラス鰻としての色素の未発達の変態直後で遡河始期に出現するものと同様の群が認められる。生殖腺の発達程度から産卵期は長期に亘るものとの推定を行つたが，かゝる事実は遡河時期からも推定される。

又所謂クロツコ或はダツコとも称せられるものは10月～12月の初期に遡河して河口附近を回游したもの及び遡河後1年を経過した（これは遡河末期のものが翌年に遡河するもの）ものである事は著者 (1936a) が明らかにした。体色は遡河後2週間を経過すると黒変する程度となる事に依つて遡河時期の推定を容易にする要素となる。欧洲産鰻の遡河時期と産卵場との関係及び日本産鰻の遡河時期が早期に偏する事実は日本産鰻の産卵場が近海に存在する証左の一つとして挙げられると思われる。

B. シラス鰻の大きさ

a） 遡河時期とシラス鰻の大きさとの関係

Table 74. Frequency in size of the glass-eel in each period of the upstream migration.

Body length (mm) \ Periods	Jan. 22	Feb. 5	Mar. 18～Apr. 1	Apr. 2～May 2
52 ～ 53	—	6	3	—
53 ～ 54	2	8	9	6
54 ～ 55	3	12	16	10
55 ～ 56	9	15	14	20
56 ～ 57	18	14	11	18
57 ～ 58	17	19	13	15
58 ～ 59	10	6	14	22
59 ～ 60	18	8	7	4
60 ～ 61	14	7	4	4
61 ～ 62	6	4	3	0
62 ～ 63	3	0	3	0
63 ～ 64	—	1	2	0
64 ～ 65	—	—	1	1
Mean value (mm)	58.760±0.142	58.090±0.116	56.980±0.182	56.730±0.166
Range (mm)	53.2～62.8	52.4～63.5	52.0～64.4	53.1～64.7
Body weight (gr)	0.135	0.178	0.206	0.175

川崎川に於て1月22日，2月5日，3月18日～4月1日，4月2日～5月2日の4期に一定の方法で採集した材料から無意撰択に依つて夫々 100尾宛を測定した。（第74表）

即ち1月22日を最大として逐次体長が逓減し2月5日に於て最小を示す。2月14日に川尻川で採集した材料に就いて体色素が発達したものと然らざるものとの体長の比較をした。（第75表）

Table 75. Comparison of the distribution in body length according to the degree of the development of pigments on the body.

Body length (mm) \ Groups	Individuals having fully developed body pigments (so-called Dakko)	Individuals having the undeveloped body pigments
51 ～ 52	1	—
52 ～ 53	5	2
53 ～ 54	9	6
54 ～ 55	30	11
55 ～ 56	30	24
56 ～ 57	42	34
57 ～ 58	81	49
58 ～ 59	32	34
59 ～ 60	27	34
60 ～ 61	13	22
61 ～ 62	4	9
62 ～ 63	1	6
63 ～ 64	—	1
64 ～ 65	—	1
Mean value (mm)	57.068±0.056	57.921±0.061
Range (mm)	5.10～6.25	5.30～6.45

即ち色素の発達している所謂クロツコと称する群の体長の平均値は 57.068±0.056mm で色素の発達しない群の平均値は 57.921±0.061mm を示し，前者が後者に比して小さい傾向が認められる。色素の発達は成長に伴うものであるから前者が後者より遡河後の時日を経過した群である証左は飼育試験並びにクロツコが5月のものに混入する割合の多い点等で明かである従つて上述の事実を換言すると，海から遡河後或る期間は体が縮少する。従つて変態直後のもので尚色素の未発達のものは体巾が狭く，体は高くて扁平である。故に日本産鰻のシラスは変態過程の終末のものであると云い得られる。遡河期に依るシラス鰻の体長が縮少する事実は稲葉，山本（1938）の調査に依ると浜名湖口に於いては12月25日では 58.612±0.292mm，3月13日では 56.745±0.222mm，2月8日では 76.609±0.266mm，2月23日では 57.425±0.292mmである事実とその傾向が全く一致する。勿論時期のズレは認められるが之は年別変化に依るものと考えられる。

b） 地方的変異

本邦各地で採集したシラス鰻の体長組成を示すと第76表の通りである。

Table 76. Local differences in the size of the body length of glass-eels.

Locality (Prefecture)	Miyazaki	Kochi	Fukuoka	Hiroshima	Hiyogo	Mie	Aichi	Shizuoka	Kanagawa	Ibaragi
Body length (mm)	Jan. 30	Mar. 16	Mar. 2	Mar. 13 ～17	Mar. 29	Mar. 3	Mar. 13	Mar. 20	Mar. 24	Mar. 11
50 ～ 51	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
51 ～ 52	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—

52 ～ 53	—	—	4	6	1	1	—	3	1	1
53 ～ 54	—	7	2	3	4	3	5	9	7	3
54 ～ 55	2	11	15	14	12	7	12	16	11	5
55 ～ 56	0	10	21	16	24	11	16	14	14	9
56 ～ 57	6	10	17	25	19	19	16	11	7	9
57 ～ 58	10	6	17	15	17	18	17	13	12	24
58 ～ 59	14	8	13	6	15	11	13	14	14	20
59 ～ 60	18	7	3	11	5	13	12	7	10	7
60 ～ 61	13	1	1	2	1	9	3	4	2	12
61 ～ 62	15	—	4	1	1	3	3	3	1	4
62 ～ 63	10	—	2	1	—	5	1	3	1	4
63 ～ 64	5	—	—	—	—	—	—	2	—	1
64 ～ 65	3	—	—	—	—	—	—	1	—	1
65 ～ 66	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66 ～ 67	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67 ～ 68	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68 ～ 69	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mean value (mm)	60.25±0.05	56.30±0.14	56.65±0.10	56.52±0.10	56.41±0.08	57.72±0.10	56.95±0.11	56.98±0.18	56.78±0.10	58.10±0.10
Range (mm)	54.2～63.2	53.5～61.0	52.2～63.0	52.5～62.8	52.0～62.0	53.0～62.5	51.0～62.5	52.0～64.4	53.0～63.0	52.5～64.6
Average body weight (gr)	0.16	0.12	0.12	0.10	0.11	0.13	0.13	0.21	0.13	0.14

備考　採集地

宮崎県—大淀川河口より約一里
福岡県—三潴郡大川町酒見，筑後川
兵庫県—明石港口
愛知県—豊橋市牟呂町豊川河口
神奈川県—高座郡相模川河口
長崎県—北高来郡長田村(有明海沿岸)
高知県—高岡郡仁淀川河口
広島県—広島市草津町
三重県—三重郡川越村亀崎新田
静岡県—榛原郡吉田町川尻川尻川
茨城県—行方郡潮来地先北利根川

Figure 11. Local differences in the size of the glass-eels.

第76表で明らかな様に宮崎県，静岡県，愛知県，茨城県と除き他の各地では体長は略同様である。宮崎県に於ける採集月日が1月30日で，三重県及び静岡県に於ける採集より約1ヵ月乃至1ヵ月半程度早期のため，採集月日の遅速を若干考慮しなければならないが，然し宮崎県採集のシラス鰻は他のそれより大なる傾向が見られるのは前項の実験結果の様に沿岸での来游が早期に起る結果と思われる。而して第76表に示す地域別の体長組成の差異が認められ得るか否かをX^2 法に依つて確かめた結果は第77表の通りである。

Table 77. Results of X^2 test.

Body length (mm)	Miyazaki Pref.	Kochi Pref.	Fukuoka Pref.	Hiroshima Pref.	Hyogo Pref.	Mie Pref.	Aichi Pref.	Shizuoka Pref.	Kanagawa Pref.	Ibaragi Pref.	Total
50 ～ 53	—	—	4	6	3	1	2	3	1	1	21
53 ～ 56	2	28	33	33	40	21	33	39	32	17	283
56 ～ 59	30	24	47	46	51	48	46	38	33	53	416
59 ～ 62	46	8	8	14	7	25	18	14	13	23	176
62 ～ 65	18	0	2	1	0	5	1	6	1	6	40
65 ～ 68	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	100	60	99	100	101	100	100	100	80	100	940

$\sum X^2 = 263.74$　　自由度 $r = 5 \times 9 = 45$　　$\therefore P \leq 0.01$

即ち地方的差異が認められる。

偶然的にも此等諸地点は黒潮の影響を最も受ける地域であることは興味がある。尚高知県が比較的小型に偏するのは如何なる理由か不明であるが，逆に之等の諸地点よりも一層早期に溯河して居たものとの考察も成立するかも知れない。田内（1940）は鰻の溯河量が黒潮の影響の強弱に支配されるとしたが，溯河量ばかりでなく時期にも影響するものとも考えられる。その反面その他多くの地点―内湾又は直接間接黒潮の流域―では体長に相違を認め得られない事実は産卵場推定上興味あるものと考えられる。即ち極限された海域ではなく，沿岸近くに散在する多くの或いは広範の海域たる推定を成立せしめる根據の一つとなる様である。一方近距離間にある静岡県下遠州灘に面する諸河川で同時に採集した材料に依り比較を試みるに，岬に近接する程大きい傾向が伺われる。（第78表）即ち相良川は御前崎に接し約一里半内湾へ近く川崎川，寄子川へと奥部に進むに従つて体長が逓減する傾向が見られる。

Table 78. Comparison of the body length of glass-eels collected in different rivers neighbouring small distance.

Body length (mm) / Location	50—51	51—52	52—53	53—54	54—55	55—56	56—57	57—58	58—59	59—60	60—61	61—62	62—63	63—64	64—65	65—66	Mean value (mm)
Sagara R.	—	—	1	1	1	4	15	32	37	40	36	16	13	2	1	1	59.325±0.096
Kawasaki R.	—	—	1	1	13	11	21	35	49	28	30	12	4	1	1	—	58.394±0.068
Yoriko R.	1	—	1	6	6	11	34	39	23	21	26	12	6	1	—	—	58.151±0.072

Remarks : The samples were collected at from 20.00 h to 21.00 h in April 21, 1933.

この様に近距離間に於ける諸河川の間に体長組成の変動が起る原因が偶発的か潮流に関係するものか或いは河口の地形，河川の性状に依るかは本実験のみでは結論を下し得ないが，潮流との関係と一致する点は明かである。

c）年別変異

静岡県榛原郡川崎川に於ける同一場所で，1936年以来1940年に亘つて毎年3月中旬に定期的

にシラス鰻を採集した材料について平均体長を求めた。（第79表）

Table 79. Annual variations of the average body length of the glass-eels.

Date	Mar. 24,1936	Mar. 22,1937	Mar. 21,1938	Mar. 12,1939	Mar. 20,1940
Body length (mm)	57.308±0.095	57.216±0.045	58.394±0.063	58.858±0.101	58.643±0.097

即ち体長の年別変化が認められ 1939 と 1940 両年では他の年に於けるよりも著しく大型であり，次いで1938年が大きく，1937年が最少を示す。前項で考察した様に体長の大きい群程溯河直後のものであるとするならば，体長が小さい群の表われた年程溯河が早いと見做される。年に依つて溯河初期の相違及び溯河量に消長のあり得る事は容易に想像される点である。

溯河時に於ける現場の沿岸水の影響を受ける河川の水溫及び溯河前に於ける沿岸水の全く影響を受けない勝間田川の平均水溫並びに沿岸水溫（御座崎，神子元島に於ける）を表示すると第80表の通りである。（第12図参照）

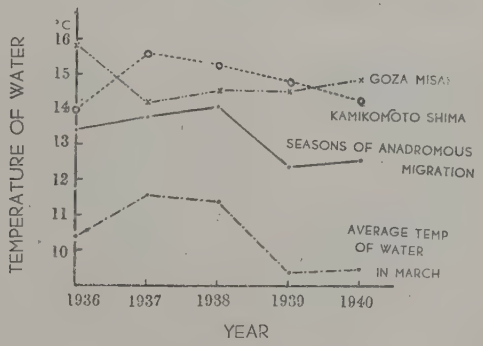


Figure 12. Comparison of the water temperature in the river which are no affected by the coastal water and in the coastal water.

Table 80. Comparison of the water temperature in the river which are no affected by the coastal water and in the coastal water.

Date	Mar. 24, 1936	Mar. 22, 1937	Mar. 21, 1938	Mar. 12, 1939	Mar. 20, 1940
Water temp. when the glass-eels upstream-migrated	13.4°C	13.8°C	14.1°C	12.4°C	12.6°C
Average water temp. of the river which are no affected by the coastal water.	10.4°C	11.6°C	11.4°C	9.4°C	9.5°C
Gozasaki	15.8°C	14.2°C	14.6°C	14.6°C	14.9°C
Kamikomoto shima	14.0°C	15.6°C	15.3°C	14.9°C	14.3°C

溯河現場に於ける水溫は概ね沿岸水溫に応じて昇降する様である。溯河現場は沿岸の来溯する場所であるから，かゝる現象は肯定される。而して 1939, 1940 両年度は例年に比して水溫の下降が顯著に現われて居ること及び体長が大であることから，体長の変動と水溫の高低との間に密接な関係がある様に思われる。即ち沿岸水溫の低い年は体長が大なる傾向，換言すれば

遡河時期が遅れるものと考えられる。従つて沿岸水温の変動から，シラス鰻の遡河期の遅速を豫測する事が可能と思われる。

C. 遡河量と環境要因との關係

SYLVERK (1931) はシラス鰻の移動の原因に関して実験し，走化性，走流性並びに非走光性を認め，又 SCHWEIZER (1930) は走電性を認めた。此の様な生理学的研究は行われたが，シラス鰻の遡河量とこれを支配する外的条件との関係に就いては，僅かに稲葉，山本 (1938) が浜名湖に於いて，遡河量の時間的変化と気象との関係に就いて調査した業績があるに過ぎない。著者はシラス鰻の種苗的価値が増大するに伴い，遡河の始期から末期に至る5ヵ月間の遡河量の変動と之を支配する外的要因並びに時間的変化について研究を行つた。実験場所は静岡県榛原郡川崎町勝間田川で，昭和13年1月20日から5月18日迄の期間に亘つて実施した。

a) 遡河量の長期変動

実験結果は附表2並びに第13図に示した。環境要因として水温，潮汐，満潮時刻，日没時，潮高，気温，湿度，気圧，晴雨及び風力等との関係に就いて検討を試みた。

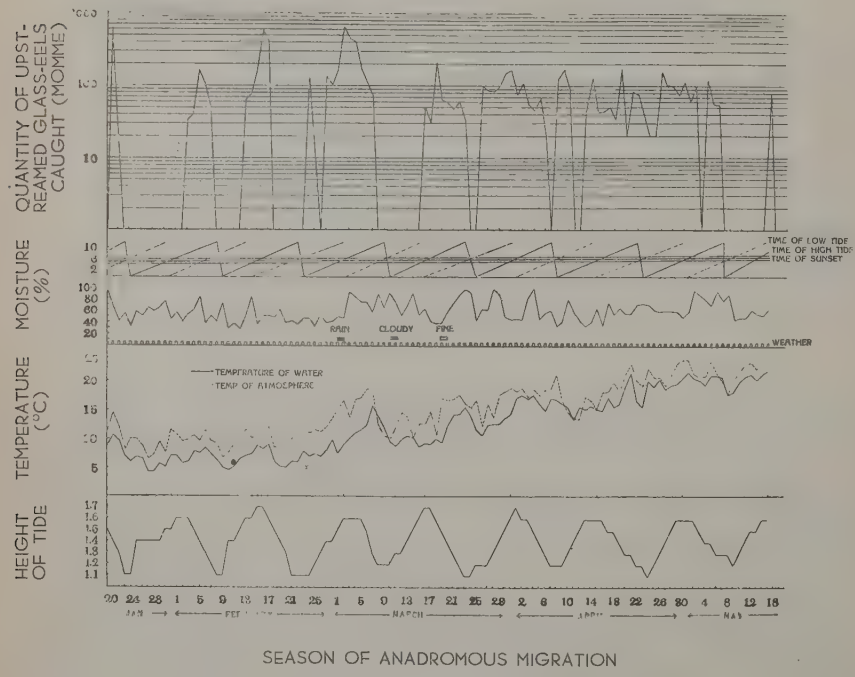


Figure 13. Relation between the environmental factors and the upstreamed amount of the glass-eel.

I） 水溫及び気溫と遡河量との関係

観測結果に依ると水溫が 8°～10°C 以上に安定した時期及びこの水溫範囲を中心に変動する時間―多くの場合先に定義した遡河初期―に依つて水溫又は気溫の影響を異にする。即ち 8°C ～10°C を中心に変動し，水溫が不安定の時期は水溫が遡河量を支配する主要な原因の一つとなるが，安定後に於いては水溫の要因よりも他の要因が主となる様である。水溫の長期観測結果から 3 月13日が水溫の安定及び不安定の境界と見做されるので，それ以前とそれ以後に於ける遡河量と水溫の相関々係を求めた。（第81表）

Table 81. Correlation table between the water temperature and the amount of upstream glass-eels caught.

Items	Water temp. was not stable in the range of 8～10°C (Jan.21～Mar.13)							Water temp. was stable in the range of 8°～10°C (Mar.14～May 2)						
Water temp. / Amount (momme)	4°～5°	5°～6°	6°～7°	7°～8°	8°～9°	9°～10°	10°～11°	8°～10°	10°～12°	12°～14°	14°～16°	16°～18°	18°～20°	20°～22°
0	6	8	7	2	1	—	—	4	4	3	1	3	3	3
1 ～ 50	—	1	—	2	—	1	—	2	—	—	8	1	3	2
50 ～ 100	—	—	1	2	—	1	—	1	1	4	4	2	2	4
100 ～ 150	—	—	1	1	1	—	—	—	—	2	1	2	2	1
150 ～ 200	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	3	—	—	1
200 ～ 250	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
250 ～ 300	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300 ～ 350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
350 ～ 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400 ～ 450	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
450 ～ 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500 ～ 550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
550 ～ 600	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600 ～ 650	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Coefficient of correlation	0.873 ± 0.024							0.018 ± 0.079						

即ち水溫と遡河量との相関係数は水溫が 8～10°C を中心として安定しない時期に於いては r＝0.873±0.024 で，安定した時期に於いては r＝0.018±0.079 を示す。即ち前者の場合には高度の相関々係があるが後者の場合はそれが認められない。而して水溫の変動と遡河量の変動との関係を水溫が前日より昇降する何れかの場合に於ける遡河量の増減に区別し，夫等の頻度を検討した。（第82表）

Table 82. Relation between the change of water temperature and the amount of upstream glass-eels caught.

Items / Occurrence	When the water temp. were higher than the previous day		When the water temp. were lower than the previous day.	
	When the amount of glass-eels increased	When the amount of glass-eels decreased	When the amount of glass-eels increased	When the amount of glass-eels decreased
Frequency	26	23	13	22
Percentage	30.9	27.3	15.4	26.2

本表で明らかな様に水溫の昇降に応じ遡河量に増減の反応が現われる。即ち水溫の上昇する場合に於いてはその反応は顕著でないが水溫が降下する場合は顕著で，水溫の降下する事が遡河量に著しい悪影響を及ぼすと云い得られようが，水溫の変動が遡河量の変動を支配する主要な原因となるのは，寧ろ遡河初期に於けるシラス鰻の活動限界水溫となる 8°～10°C 附近の昇降であると考える。

この理由を更に考察して見るにシラス鰻の活動限界水温に就いては松井（1935a）は10°～14°C で 14°C 内外が最も盛んに遡河するとし，稲葉，山本（1937）は 9°C 以上に達する事が必要条件としたが，著者の観測に依ると水温 8°C 以下に於いても遡河する例が見られる。それを示したのが第83表である。

Table 83. Range of optimum water temperature to the activity of glass-eels in river.

Date	Time of upstream	Amount	Water temp.	Air temp.	Difference of water temp.
Jan.22, 1938	6⁰⁰～ 9⁰⁰	6 individuals	8～6.7°c	3.5°c°. Cloud degree 4	1.3°c
Feb. 3, 〃	6⁰⁰～ 9⁰⁰	1,117 individuals 150 momme	7.8～7.0°C	no wind.	0.8°c
Feb. 4, 〃	5⁴⁰～10¹⁰	5,109 individuals	9.5～7.9°c	5～4.6. 〃 7 〃	1.4°c
Feb. 6, 〃	6⁴⁰～11⁰⁰	42 individuals	8.4～7.8°c		0.6°c
Feb.14, 〃	6⁰⁰～ 9⁰⁰	1,278 individuals	8.0～7.8°c		0.2°c

Remarks : Investigated at Katsumata River.

即ち水温 8°C 以下に於いても遡河する事が分る。2月3日の例に依ると，その日は遡河初期から終期まで 7.8～7.0°C であつたにもかゝわらず相当の遡河数量を示している。本調査に於ける遡河時の最低水温は 6.7°C である。従つて既往に於ける報告よりも低温で遡河することが証明される。

山本（1938）は水温低下に対する抵抗実験によつて，3時間に 1°C の割合で徐々に水温が低下する場合には抵抗が強く，瞬時的であれば 0.8°C の低水温でも耐え得る。然し急激（25分毎）に水温の降下する場合，温度差 5.6°C で仮死の状態となることを明かにした。然し著者の調査に依ると水温差は 3～4 時間で 0.2°～1.6°C の降下である点からシラス鰻の活動力は減退しても海泳に支障を起すものとも考えられない。長期観測結果では最も遡河量の多い時間の水温は 8°～16°C で頗後水温の上昇に伴つて必ずしも遡河量は増加しない。従つて遡河量の増減の傾向は水温に限界を認めることが出来る。

(Ⅱ) 潮汐と遡河量との関係

遡河量の変動と潮汐との関係は干満及び月令に依る大潮，小潮のために生ずる潮高の変化の二つの場合について検討した。

イ) 干満と遡河量との関係

シラス鰻の遡河量は満潮時と干潮時に依つて著しく異なり，満潮時には多量で干潮時には少量か又は皆無である。沿岸より淡水に遡河するのは先ず潮に乗つて来游する。これは沿岸水の水温が河川水より高く，例えば河川水が 4°C でも沿岸水は 10°～14°C を示す場合があるのでかゝる現象は容易に肯定される。従つてシラス鰻の遡河は上げ潮に始まつて遂に最高を示し，下げ潮に伴つて遡河量が逓減する。而して満潮時に遡河量の最高を示さない，稲葉，山本（1938）に依れば潟名湖では満潮時に最高を示すが，河川に於いてはかゝる現象は見られない。それ故に河川と潮沼とでは遡河現象を異にする様である。而して日没と遡河とは別項に示す様に密接な関係がある。そこで日没後に於ける干潮時の有無と遡河量との関係を求めた。（第84表）

即ち遡河量の全くない時は日没前後11時迄に干潮時が出現する時期と殆んど一致する。又遡河するのは満潮時が日没頃である時刻と一致する，此の現象は遡河時期に依る影響は全くなく

Table 84. Relation between the time of low water and the period during which the glass-eels did not upstream migrate.

Period in which the low water arised between sunset or about and about at 23.00 h.	Jan. 23～29	Feb. 6～12	Feb.20～Mar.1	Mar. 8～15	Mar. 23～29	Apr. 7～13	Apr. 22～29	May 7～14
Period in which no glass-eel migrated upstream.	Jan.23～Feb.2	Feb. 8～12	Feb.18, Feb. 23～26	Mar. 8～15	Mar. 24～25	Apr.7, Apr. 11～12	—	May 7～14

水溫よりも一層溯河量を支配する要因の一つと考えられる。

Table 85. Relation between the time of high water and the periods showed the maximum amount of the upstream-migrating glass-eels.

Period in which the high water arised between the sunset or about and about at 23.00 h.	Jan. 20～22	Jan. 30～Feb.7	Feb. 14～21	Feb. 28～Mar.8	Mar. 16～22	Mar. 30～Apr.6	Apr. 13～23	Apr. 30～May6	May 12～17
Period observed the upstream migration.	Jan.21	Feb. 3～7	Feb. 13～17	Feb. 27～Mar.7	Mar. 16～23	Mar. 26～Apr.6	Apr. 13～May2	May 4～6	May15
Date observed the maximum upstream migration.	Jan.21	Feb.5	Feb.16	Feb.24 Mar.2	Mar.18	Mar.31	Apr.9. 14. 19. 26.	May4	May15

次に溯河量の最高を示す時刻と滿潮の時刻との関係を見ると，最高を示す時刻は滿潮時が日沒の前後に存在する時であることが分る。（第86表）

Table 86. Relation between the time of upstream migration of glass-eels and time of high water.

Date observed the maximum upstream migration (peak of upstream migration)	Jan. 20	Feb. 16	Feb. 5	Feb. 24	Mar. 18	Mar. 31	Apr. 9	Apr. 14	Apr. 19	Apr. 26	Apr. 30	May 2	May 4	May 15	Total of occurrence
Period of the high water arising before sunset	—	Feb. 14～16	—	—	Mar. 16～18	Mar. 31～Apr. 2	—	Apr. 16～19	—	—	Apr. 30	May. 2	—	—	6
P. of the high water arising within 2 hours after sunset	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	May 15	1
P. of the high water arising within 3 hours after sunset	—	—	—	—	—	—	—	—	Apr. 19	—	—	—	May 4	—	2
P. of the high water arising within 4 hours after sunset	Jan. 20	—	Feb. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Non-relative	—	—	—	Feb. 24	—	—	Apr. 9	—	—	Apr. 26	—	—	—	—	3

確率を求めれば第87表の通りである。

Table 87. Relation between the time of high water and the maximum amount of upstream migration of glass-eels.

Occurrence showed the maximum upstream migration	Occurrence of the high water				
	Sunset or about	Within 2 hours after sunset	Within 2～3 hours after sunset	Within3～4hours after sunset	Non-relative
14	6	1	2	2	3
Percentage	42.8	7.3	14.2	14.2	21.4

即ち14回の最高溯河量を示す度数の内滿潮時が日沒前後に一致する回数は6回で 42.8% を示し，日沒後4時間以内のものが5回で 35.7% を示し，全く無関係の場合が僅かに3回で 21.4% である。從つて滿潮時が日沒前後に起る時に溯河量が最大を示す傾向があると云い得られる。この事実は稲葉，山本（1938）の浜名湖の実験結果と一致する。而して無関係の3回

はまべに潮高が低い，即ち小潮時と一致する点は興味があつてこれに関しては次項で説明する。

ロ）潮高と遡河量との関係

遡河量の変動の最大値を示す期日とその時の潮高との関係を求めた。（第88表）

Table 88. Relation between the date of the maximum amount of upstream glass-eels caught and the height of tide.

Date showed the maximum upstream migration	Jan. 20	Feb. 5	Feb. 16	Feb. 24	Mar. 2	Mar. 18	Mar. 31	Apr. 9	Apr. 14	Apr. 19	Apr. 26	Apr. 30	May 2	May 4	May 15
Height of tide (m)	1.45	1.4	1.7	1.1	1.6	1.6	1.6	1.2	1.6	1.4	1.3	1.6	1.6	1.4	1.6

潮高が 1.4m 以上で遡河量の最大値を示す場合が 15回中 12回を占め，80%の確率を示すのに対し 1.4m以下の場合は僅かに3回で 20% に過ぎない。而してこの3回が前項満潮時と遡河量との関係について無関係として表われた2月24日，4月9日，4月26日と一致する。従つて満期時が日没前後に出現し，遡河に好条件であるにも拘わらず遡河しない場合は潮高が低い。即ち小潮時に一致する時に限られて居る。

遡河量の皆無の場合が34回あるが，此の場合の潮高との関係を示すと第89表の通りである。

Table 89. Relation between the height of tide and the amount of upstream glass-eel caught.

Height of tide (m)	1.1～1.2	1.2～1.3	1.3～1.4	1.4～1.5	1.5～1.6	1.6～1.7
No upstream migration nevertheless of the presence in previous days.	5	1	1	2	0	0
No upstream migration as well as previous days.	6	3	10	4	2	0
Total	11	4	11	6	2	0
	25			8		

即ち遡河量の皆無の場合は潮高 1.4m 以下の小潮の場合の回数が，34回中26回で 76.4%を示し，潮高 1.4m 以下の小潮の場合に遡河量が皆無となる傾向がある。

ハ）月令と遡河量との関係

月令に伴う大潮，小潮に基く潮差と遡河量との関係は第Ⅱ項で検討したが月の朔望に依る遡河量に就いて検討するに望日と朔日では無関係であることが明らかである。

b）遡河量の時間的変動

シラス鰻の遡河量を10分間毎に測定し，遡河の始まる時間から終了する時間迄観測し，遡河量の時間的変化を明らかにした。その測定結果は第90表の通りである。（第14図）

Table 90. Observed relations between the environmental factors and the amount of upstream migrating glass-eels caught.

Date	Feb. 3	Feb. 4	Feb. 5	Feb. 6	Feb. 13	Feb. 14	Feb. 15	Feb. 16	Mar. 1	Mar. 2	Mar. 3	Mar. 4	Mar. 5
Time of heigh water	7.35	8.20	9.05	10.00	4.45	5.35	6.30	7.10	5.35	6.10	6.50	7.35	8.05
Time of low water	1.40	2.20	2.45	3.30	—	—	0.30	1.10	11.55	—	0.50	1.25	1.40
Time of sunset	5.16	5.17	5.18	5.19	5.26	5.27	5.28	5.29	5.41	5.42	5.43	5.44	5.45
Height of tide (m)	1.6	1.5	1.4	1.3	1.6	1.6	1.7	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
Temp. of water (°c)	7.0～7.8	7.9～9.5	8.0	7.8～8.4	9.5	7.8～8.0	7.5～11.1	8.0～9.0	12.5	13.0～14.5	15.0～16.8	11.2～12.0	15.0～15.4
Temp. of air (°c)	3.5	4.6～5.0	7.8	6.8～7.5	6.5	8.0～10.8	6.2～10.1	6.5～7.0	8.8～9.5	12.7～14.0	11.5～13.5	11.2～12.0	15.0～15.4
Weather	F	C	C	C	C	C	C	C	F	F	R	F	F

Time \ Amount	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
5.40 ～ 5.50	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.50 ～ 6.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.00 ～ 6.10	12	0.9	3	0.04	2	0.04	—	—	16	1.7	82	6.1	80	0.4	165	3.3	10	0.2	20	0.1	—	—	9	0.08	5	0.2
6.10 ～ 6.20	26	1.9	8	0.1	—	—	—	—	103	11.6	96	7.1	309	1.7	350	7.0	150	5.6	52	0.5	11	0.08	110	1.0	6	0.25
6.20 ～ 6.30	33	2.5	10	0.2	—	—	—	—	125	13.6	192	14.2	415	2.3	722	14.4	210	7.8	1017	9.3	46	0.3	319	3.2	12	0.5
6.30 ～ 6.40	114	8.6	3	0.04	1	0.02	1	2.6	135	14.9	153	11.3	530	2.9	609	12.1	330	12.3	1527	13.9	109	0.8	138	1.3	77	3.2
6.40 ～ 6.50	52	3.9	10	0.2	—	—	2	5.2	182	20.0	140	10.4	917	5.1	413	8.3	317	11.8	2110	19.3	730	5.1	1523	14.4	253	10.7
6.50 ～ 7.00	112	8.4	230	4.1	—	—	—	—	120	13.4	162	12.0	1226	6.8	284	5.7	352	12.6	2319	21.2	2077	14.6	1765	16.7	617	21.8
7.00 ～ 7.10	102	7.7	602	10.6	—	—	2	5.2	110	12.1	72	5.4	1509	8.4	251	4.6	327	12.1	1546	14.1	2541	18.0	1092	10.3	220	9.7
7.10 ～ 7.20	144	10.8	500	8.8	1	0.02	1	2.6	60	6.6	87	6.4	1822	10.1	234	4.7	376	14.0	507	4.6	1830	12.9	864	8.2	169	7.1

7.20 ～ 7.30	109	8.2	546	9.6	30	0.05	1	2.6	32	3.5	80	5.9	2044	11.4	230	4.6	190	7.0	600	5.6	1510	10.6	1211	11.5	180	7.6
7.30 ～ 7.40	66	4.9	480	8.5	400	7.5	—	—	24	2.7	78	5.8	1707	9.5	110	2.2	126	4.7	241	2.2	1010	7.1	1007	9.5	103	4.3
7.40 ～ 7.50	75	5.6	344	6.1	700	13.2	—	—	—	—	80	5.9	1816	10.1	205	4.1	107	4.0	201	1.8	660	4.6	910	8.6	251	10.6
7.50 ～ 8.00	70	5.3	500	8.8	820	15.4	—	—	—	—	30	2.2	1327	7.4	255	4.7	59	2.2	300	2.7	710	6.7	548	5.2	200	8.5
8.00 ～ 8.10	147	11.0	542	9.6	440	8.3	1	2.6	—	—	38	2.7	1135	6.3	210	4.2	60	2.2	207	1.9	530	3.8	277	2.6	106	4.5
8.10 ～ 8.20	79	5.9	520	9.2	470	8.8	3	7.8	—	—	15	1.1	706	3.9	308	6.1	20	0.7	100	0.9	813	5.7	400	3.8	93	4.1
8.20 ～ 8.30	61	4.6	380	6.7	300	5.6	12	31.6	—	—	20	1.4	543	3.0	270	5.4	28	1.0	105	0.9	746	5.2	200	1.9	80	3.4
8.30 ～ 8.40	43	3.2	405	7.2	500	9.4	—	—	—	—	15	1.1	604	3.3	190	3.8	19	0.7	51	0.4	522	3.7	113	1.1	49	2.1
8.40 ～ 8.50	53	4.0	215	3.8	420	7.9	1	2.6	—	—	5	0.4	411	2.3	55	1.1	15	0.5	33	0.2	100	0.7	64	0.6	41	1.7
8.50 ～ 9.00	19	1.4	87	1.5	310	5.8	—	—	—	—	7	0.5	308	1.7	46	0.9	—	—	25	0.2	83	0.6	40	0.4	—	—
9.00 ～ 9.10	11	0.8	53	0.9	130	2.4	1	2.6	—	—	—	—	243	1.3	—	—	—	—	—	—	74	0.5	—	—	—	—
9.10 ～ 9.20	2	0.1	48	0.8	220	4.1	—	—	—	—	—	—	154	0.8	—	—	—	—	—	—	65	0.4	—	—	—	—
9.20 ～ 9.30	—	—	41	0.7	125	2.3	2	5.2	—	—	—	—	101	0.6	—	—	—	—	—	—	30	0.2	—	—	—	—
9.30 ～ 9.40	—	—	44	0.8	85	1.6	4	10.5	—	—	—	—	53	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.40 ～ 9.50	—	—	21	0.4	120	2.2	—	—	—	—	—	—	47	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.50 ～ 10.00	—	—	23	0.4	85	1.6	3	7.8	—	—	—	—	2	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.00 ～ 10.10	—	—	17	0.3	85	1.6	2	5.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.10 ～ 10.20	—	—	19	0.3	80	1.5	2	5.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.20 ～ 10.30	—	—	—	—	10	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.30 ～ 10.40	—	—	—	—	2	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Remarks : N···Number of individuals. P···Percentage. F···Clear. C···Cloudy. R···Rainy.

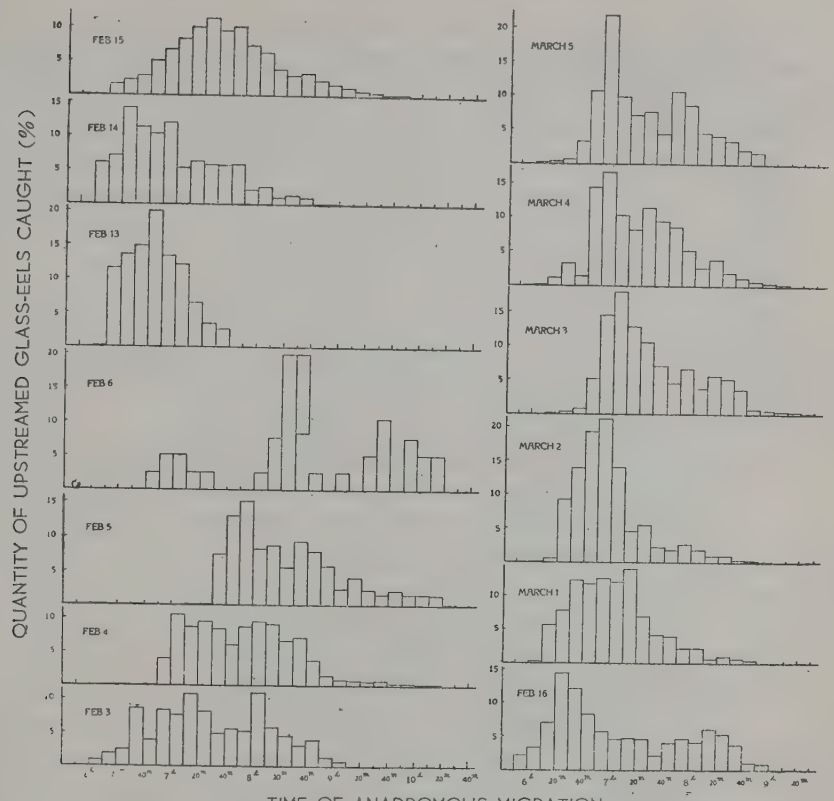


Figure 14. Relation between the amount of upstream migrated glass-eels and the time of upstream migration.

各時間毎の溯河数量の変化を百分率で図示すると第15図の通りである。而して日沒後何時間頃が最も多く溯河するかを調べるために日沒後30分間毎の溯河量を示すと第91表，第16図の通りである。

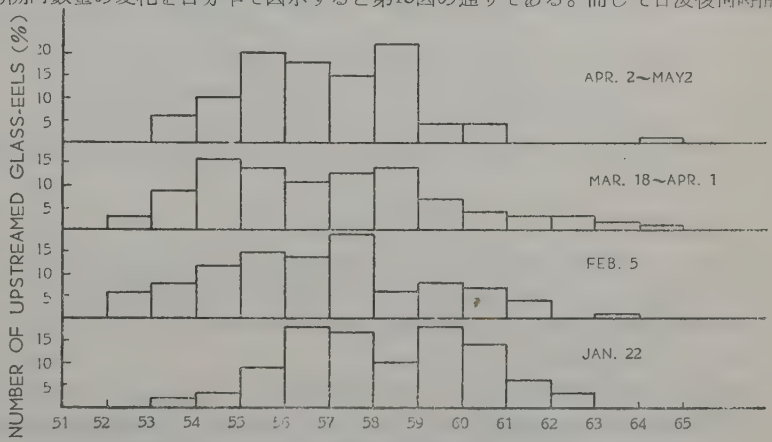

NUMBER OF UPSTREAMED GLASS-EELS (%)
APR. 2~MAY2
MAR. 18~APR. 1
FEB. 5
JAN. 22
51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65
MINUTES AFTER ANADROMOUS MIGRATION

Figure 15. Hourly change of the amount of upstream glass-eels.

Table 91. Relation between the time after sunset and the number of individuals of upstream glass-eels.

Date \ Minutes after sunset	>30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Feb. 3	—	38	199	358	250	296	157	32	—	—	—
Feb. 4	1	21	243	1648	1324	1442	707	142	93	36	—
Feb. 5	—	2	1	4	1920	1212	1230	475	29	175	12
Feb. 6	—	—	3	4	—	16	1	3	7	4	—
Feb.13	—	244	437	202	24	—	—	—	—	—	—
Feb.14	—	370	455	239	188	73	27	—	—	—	—
Feb.15	—	804	2673	5375	4850	2389	1323	498	102	—	—
Feb.16	106	1237	1306	715	570	788	291	—	—	—	—
Mar. 1	150	857	1055	423	139	62	—	—	—	—	—
Mar. 2	72	2544	3865	1042	607	189	25	—	—	—	—
Mar. 3	11	885	6448	3180	2053	1368	222	30	—	—	—
Mar. 4	119	1980	2860	3128	1225	374	40	—	—	—	—
Mar. 5	11	342	906	534	404	170	—	—	—	—	—

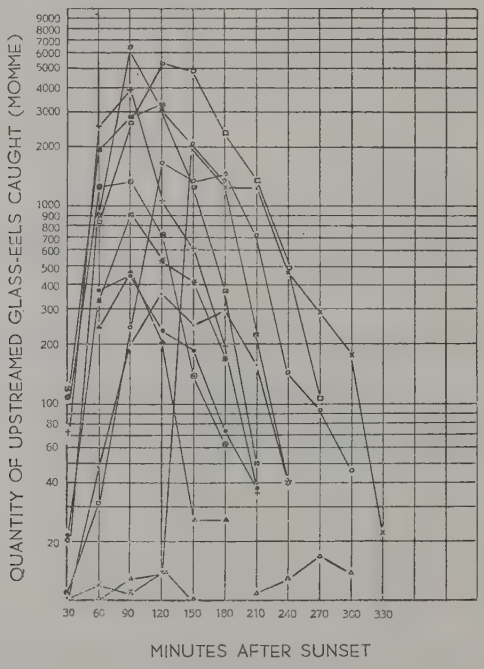


Figure 16. Relation between the time after sunset and the number of individuals of upstream glass-eels caught.

日沒後30分以內に溯河し始めた実驗回数は13回例の內7回で，この內2月16日の観測では21分後に 106尾の溯河を示している。

溯河量の最高を示す時間は日沒後60分乃至3時間で，その內でも60分乃至90分の間に最も著しく，次に90分乃至 120分以內である。而してかゝる最高を示す時間の変動の生ずる原因は満潮時と日沒時の雲量，即ち光に関係がある様である。満潮時が遅いか又は雲量が小であれば，

それに伴つて遡河も多少遅れる傾向が認められる。

遡河の終了する時刻は日入後2時間半乃至5時間半の間で，3月5日までの観測に於いてはそれ以後の遡河は認められない。稲葉，山本(1938)の浜名湖の観測に依ると，シラス鰻の遡河する時間は日沒後1時間から夜明け1時間前迄であり，午後7時半頃から9時迄に最大量を示すが著者の実験に依ると10時40分以後の遡河が認められず，且最大量を示す時刻も早い傾向を示している。此の相違は湖水と河川との地理的相違か又は観測期日の相違に依るかは明らかでない。

4. 要約並びに考察

本邦に於けるシラス鰻の遡河始期は従来の初春説に対して晩秋より初冬であるとする著者（1936b）の説を明らかにし，更に遡河始期及び期間並びに遡河量の変動は種々の環境要因と密接な関係があることを確めた。従つて遡河に関する諸現象を豫知するには環境要因から考慮する必要がある。然し乍ら河川と汽水湖とでは環境を異にする為に，遡河時間に依る遡河量の消長に相違が認められるが，遡河始期並びに終期には大きい差異がないので遡河時期は何れも10月初旬から5月下旬までゞ著者は此の期間を5期に区別する事を提案した。

さて，遡河時期が斯様に長期に亘ることゝ併せて日本産鰻の産卵場について一考してみたい。遡河期間を支配する原因として産卵場までの距岸距離の遠近と産卵期間の長短とが先づ考えられるであろう。産卵場えの距岸距離が大であつたり産卵期間が長期に亘れば当然遡河期間も長期に亘るものと思われる。欧洲産鰻の遡河時期に地域的相違があつて，これが産卵場までの距離に比例している点や体色素が日本産鰻より著しく発達していることは此等の産卵場所が遠距離にあることゝ対照して見て興味あることで，日本産鰻についてみるに遡河直後のものは未だ変態が完了せず従つて色素の発達が悪いこと，遡河時期が欧洲産鰻に於けるより早期に始まること等から産卵場えの距離が短距離にあると考えられる。更にまた降海直前に於ける親鰻の生殖腺の発達程度が欧洲産鰻のそれに比して著しく高いことはこの考察に対する一傍証を提供しているものと考えられる。一方シラス鰻の体色素の発達群の出現が遡河の始期と末期で大きな変化がなく而も体色素の発達程度が成長に伴うものであることを思い合わせると産卵期間が相当長期に亘るものと考えざるを得ない。

シラス鰻の大きさは遡河時期別に相違し遡河始期のもの程大で末期に至るに従い小型になる傾向があるが，このことは日本産鰻の遡河直後又は接岸したシラス鰻は変態を完了しない過程中のもので，従つて体が縮少しつゝあるものであることを示している。このことはシラス鰻の飼育試験の結果によつて体色素の発達せる群と未発達の群の大きさ並びに体型が相違していることからでも分る。

又シラス鰻の大きさには地方的差異及び年別差異が認められる。即ち，地方的差異にあつては宮崎県，三重県，静岡県，愛知県，茨城県のものが他のいづれの地方のものよりも稍々大きい傾向があり，また同一時期に於いては此等諸地方のものよりもやゝ早期に遡河する。静岡県下の近距離に存在する3つの相違する河川で比較するに黒潮からの距離に反比例して体長組成が小型となる傾向がある。

田内（1940）は鰻の遡河量の多いところは黒潮の影響を顕著に受ける地域であるとした。この点は著者の研究結果と偶然的に一致した興味ある点であるが，遡河時に於けるシラス鰻の体長組成の差異は黒潮の影響に依るが，地方的差異は黒潮源泉部からの距離と無関係であるから

鰻の産卵場を推定する場合に北太平洋海域の内で黒潮の源泉部又はその近辺部とする假定は成立しない。換言すれば産卵場は極限された海域ではなくて沿岸に近接した黒潮流域附近の広範囲の海域であると推定せざるを得ない。

遡河初期の年別差異は主として沿岸水温の年別変化に依つて生ずる。即ち沿岸水温が例年に比して高温の場合は遡河始期は早期になる様である。従つて沿岸水温の変化を観測する事に依つて遡河初期の遅速を豫想し得る事が可能である。

遡河始期にあつて水温が 8～10°C以上に安定しない時期にあつては，水温は遡河量を支配する重要な環境要素であるが，水温が 8～10°C 以上に安定した時期にあつては重要な因子ではなく，寧ろ両者間に関係は少ない。松井（1935a）は 10～14°C内外が最も盛んに遡河するとし，稲葉，山本(1938) は 9°C以上に達する事を必要条件としたが，著者の実験に依ると 8°C 以下に於いても遡河し，その最低水温は 6.7°Cを示した。即ちシラス鰻は水温の降下が徐々に起り得る場合にあつては，従来の定説よりも低温でも他の環境要因特に潮汐，潮高等の好条件と相俟つて遡河が認められるものと解される。

河川に於ける遡河は来潮に始まつて，やがてその量は最高に達し，下げ潮に伴つて量的に逓減するが，満潮時と遡河量の最高とは必ずしも一致しない。此の点浜名湖の様な汽水湖に於ける満潮時に最高を示す場合とは遡河現象を異にするが，河川にあつては日没時前後に満潮時が存在する場合にあつては浜名湖の場合と同様な現象を示す。かゝる現象の相違は河川と湖沼との水理学的相違に基因するものと考えられる。即ちシラス鰻の遡河現象は潮汐の変動と光度に支配されるが遡河始期は棲息する水域の相異する水界の理化学的性状の内で水温の温度差に影響される事が最も著しく，かゝる点はシラス鰻の心臓脈博数が水温の急激な変動特に降下に対して敏感であり，走流性，背光性及び背塩性等の生理学的性質から肯定される。又水温と遡河量との関係は前述した様に，シラス鰻の活動限界水温以上に安定した時期に於いては両者間の関係が極めて薄弱となる点からすれば満潮時が日没に存在する要因が決定的である。然るに決定的要因を満足する環境下にあつても尚時として，遡河皆無の場合が出現する。斯様な特異例はすべて小潮時である点並びに潮高と遡河量との相関々係が認められ，大潮時に遡河量が多い事実から潮高が遡河量を支配する重要な一要因であると考えられる。

遡河量の時間的変化は日没後60～120分が最高量を示し，遡河終了時刻は日没後 150～330分であつて，時間的差異は満潮時及び潮高，日没時の雲量及び光度に関係する。

5. 摘　　要

1．シラス鰻の遡河開始期は10月初旬で末期は 5 月下旬であつて，遡河期間は遡河量を支配する環境要因の変移に伴つて 5 期に区別する事が出来る。

2．遡河始期は晩秋又は初冬で，沿岸の水温の変化に従い遅速がある。

3．遡河時期が長期に亘るのは，産卵期の長期に依るものと思われる。

4．遡河始期が欧洲産鰻に比して著しく早期に偏する点は産卵場が近海に存する証左の一つとなるであろう。

5．シラス鰻の大きさは遡河時期に依つて相違し，遡河が早期のもの程大型であつて，日本産鰻のシラス鰻は変態中のものが遡河或いは接岸して居る。

6．シラス鰻の初期体色素の未発達のものは発達せるものよりも大型である。

7．シラス鰻の大きさは地方的差異が認められ，特に宮崎県，三重県，静岡県，愛知県，茨城県産のものは他の地方のものよりも大型の傾向がある。而も黒潮の影響の大なるもの丶地点は大型の傾向のある事実は産卵場の推定に好資料を提供する。尚かゝる傾向は近距離間にある若干の河川に於いても認められる。

8．シラス鰻の大きさは年別差異が認められる。而して沿岸水温の年別変化と密接な関係があつて，シラス鰻の遡河時期の推定に沿岸水温の消長が役立つ。

9．黒潮はシラス鰻の体長組成並びに遡河時期に影響を及ぼす。

10．シラス鰻の遡河量は河川水温8～10°C以上に安定しない時期は水温が最も重要な環境要因であるが，8～10°Cに安定した時期以後にあつては，水温は遡河量を支配する要因とはならない。

11．遡河始期に於ける水温は8°C以下に於いても緩漫なる水温の降下にあつては遡河が認められ，水温6.7°Cが活動最低水温であつた。

12．シラス鰻の遡河量は河川では来潮に伴つて最高を示し，下げ潮に伴つて逓減する。汽水湖の様に満潮時に必ずしも最高を示さない。この点河川と湖沼では遡河現象を異にする。

13．満潮時が日没の前後に存在する場合に遡河量の最高を示す傾向があり干潮時が日没後に存在する場合は遡河量が皆無か又は僅少である。

14．潮高と遡河量とは密接な関係があり，大潮時に遡河量の最多を示す確率は80%，小潮時に遡河皆無の場合が78%である。

15．遡河量の時間的変化は日没後60～120分で最高を示し，遡河終了時刻は日没後150～330分である。

第六章　鰻の生殖腺に関する研究

Chapter VI. Studies on the Genital Gland.

I. 既往の業績及び研究目的

鰻の生殖腺の発生学的研究，性比，雌雄に依る地理的分布，生殖腺の発達程度，孕卵数等に関する研究は鰻の生態を究明する上に重要である。又，鰻の蕃殖保護学並びに増殖学の上からも緊要であり，特に日本産鰻に関する産卵場を推定する上にも重大な要素と考えられる。既往の文献を徴するに，欧洲産鰻 *Anguilla anguilla* の卵巣は MONDINI(1777) に依つて発見されて以来，MÜLLER (1780)，RATHKE (1824)，MAZZA (1907)，SELIGO (1911)，WALTER (1910a,b) 等に依つて研究され，精巣は RATHKE (1824) に依つて発見され SYRSKI (1874) がこれを確認して以来 GRASSI と CALANDRUCCIO (1919)，SCHMIDT (1925a)，WALTER (1910 a,b) 等に依つて研究された。その後 HANSEN (1939)，LANAGREBE (1941) は哺乳動物の脳下垂体ホルモンを注射し生殖腺の成熟に不成功であつたが BOUCHER 及び FONTAINE (1934)，TUZET 及び FONTAINE (1937) は妊婦尿をまた SCHREIBER (1935) (1937) はプロランを BRUUN, HEMMINGSEN 及び LERCHRISTENSEN (1949) はフイセツクスを夫々注射することに依つて鰻の生殖腺を成熟することに成功した。日本産鰻に関しては卵巣に就いて陶山 (1882)，丸川 (1916a)，雨宮 (1921)，蒲原 (1933)，松

Table 92. 28 locations and dates collected in Japan and Korea.

Locations collected	Dates collected	Remarks
朝鮮慶尙南道東萊郡洛東江下流	Late in Oct, 1932	
熊本県八代郡八代町地先球磨川下流	Dec. 1～2, 1932	
長崎県北高来郡長田村（有明海沿岸）	Nov. 6, 1932	鰻掻き
大分県大分郡鬼ヶ瀬（大分川筋）	Oct. 31, 1932	
佐賀県佐賀郡本庄村	Feb. 17, 1933	
宮崎県宮崎郡広瀬村下田島（一ツ瀬川河口）	Nov. 21, 1932	
山口県佐波郡中関町北川（小川氽水部）	Oct. 24～31, 1932	鰻掻き
〃　華城村（佐波川筋）	Oct. 24,25, 1932	簗
岡山県真庭郡中和村（旭川支流）	Oct. 30, 1932	
広島県安芸郡原村（太田川）	Oct. 9, 1932	
愛媛県宇和島市小笠原新田	Late in Oct., 1932	
和歌山県西牟婁郡富田川支流高瀬川	Lat in Oct., 1932	
三重県一志郡川越村（海苔場灌漑筋）	Oct. 26, 1932	
滋賀県犬上郡松原村（松原内湖）	Nov. 10, 1932	
愛知県宝飯郡下地町（豊川々尻）	Late in Oct., 1932	
群馬県邑楽郡多々良村（多々良沼産）	Middle in Nov., 1932	
〃　赤羽村　（城沼産）	Middle in Nov. 1932	
宮城県印旛郡大森町手賀沼	Late in Oct., 1932	
栃木県下都賀郡富川村永野川	Late in Oct., 1932	
新潟県西蒲原郡米納津村	Middle in Nov., 1932	
石川県邑知潟	Nov. 16, 1932	
〃　今江潟	Nov. 10, 1932	
〃　木場潟	Nov. 21, 1932	
宮城県牡鹿郡渡波町万石浦	Oct. 15, 1932	
福井県三方湖産	Middle in Dec., 1932	
愛知県豊橋市神野新田町（潟）	Jan. 22, 1936	
長野県北安曇郡（木崎湖）	Unknown	
静岡県磐田郡（天龍川）	Oct. 5, 1932	

井及び牧野（1934），松井（1936c,e,f），中井，松井（1939）の業績があり，精巣に就いては丸川（1916a）の業績があるが何れも断片的なもので綜合的業績はない。

著者は生態を明らかにする観点からこれを多数の材料に依つて究明し諸先輩の業績に新知見を加えた。

2. 供　試　材　料

供試材料は天然鰻として本邦各地28ヵ所（第92表参照）で採集された下り鰻及び静岡県で月別に採集したもの並びに琵琶湖，中禅寺湖及び利根川で採集した大型のもので，養成鰻としては水産講習所吉田実習場，同地附近養鰻池並びに神奈川県下小田原養魚場で採集したものである。これ等供試材料を要約すると第93表の通りである。

Table 93. Specimens exermined.

Kind	Number	Locations collected	Date collected	Body length
Natural eel	204	28 locations in Japan and Korea.	Late in Oct., 1932～Feb. 17, 1933.	25.2～63.0cm
	3210	River in Haibaragun Shizuoka Pref.	Middle in Sept.～Early in Nov. 1935	30.0～60.0cm
	62	Biwa L. Chuzenji L. Tone R.	Middle in Oct. 1935	Above 60cm
	1	Chikuma River in Nagano Pref.	August, 1935	129.7cm
Cultured eel	366.2	Yoshida eel culture pond	Nov. 6, 1935	30～55cm
	7106	Kawajiri eel culture pond	May 5～Nov. 10, 1935	30～60cm
	100	Odahara eel culture pond	Oct. 20, 1935	Average 45cm

3. 肉眼的性別識別可能の最小体長

卵巣及び精巣は発達初期にあつては略同一形態をなし，生殖腺は一本の白色を呈する管状をなし，成長に伴つて生殖腺の遊離縁が波状型に起伏を生ずるが，この段階までは細胞学的検査に依らなければ肉眼的には識別することは至難である。而して肉眼的に識別し得る生殖腺にあつては精巣は所謂 Syrskische organ としての特徴となる点々として半円状の小節の連鎖する白色を呈する膜が体腔の両側に沿つて腹部と胸部との堺から直走し肛門を過ぎ腎臓の両側まで存在する。卵巣Krausen organの外観は恰もリボンを縮結したような帯状を呈し，柔軟且白色又は淡紅色を呈し，精巣とは容易に識別出来る。

従来諸学者の業績に依ると，肉眼的に雌雄を識別し得る体長は *Anguilla anguilla* では HERTWIG (1906) は 23～24cm, MAZZA (1907) は 36cm, GIACOMINI (1908) は23cm, WALTER (1910a) は 20～26cm とし，日本産鰻 *Anguilla japonica* では丸川 (1916a) は 23cm 以上であるとした。

供試材料の体長は 21.2～129.7cm で尾数 14,379 尾についての著者の調査結果は第94表の通りである。

Table 94. Body length of the eels discriminable of sex by means of naked eye and its number.

Items	Individuals determined sex	Individuals could not be determined sex
Number of specimens	11,097	3,282
Body length	25.2～129.7 cm	23.0～41.6 cm
Percentage	77.2 %	22.8 %

然し天然鰻のうち下り鰻として10月以降採集されたものについての同様な調査結果は第95表の通りである。

Table 95. Body length of the eels discriminable of sex by means of naked eye and its number from specimens collected since October.

Items	Individuals determined sex	Individuals coud not be determined sex
Number of specimens	294	106
Boby length	25.2～68.0 cm	23.0～41.6 cm
Percentage	73.5 %	26.5 %

以上によつて明らかなように，性別が識別可能最小体長は 25.2cm であるが生殖腺の発達程

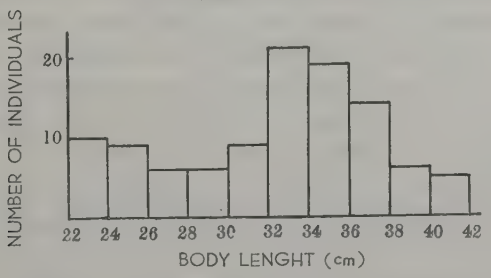


Figure 17. Composition of body length of the eels discriminable of sex by nacked eye.

度は時期的に不規則で，体長を以つて標準とするのは不適当で寧ろ年令及び棲息場所，栄養の多寡等に依つて相違するものと考えられる。従つて，体長 41.6cm に達しても尚未熟で識別困難なものが生ずる。雌雄の体長組成から見ても識別困難な群に一つの仿徨変異が認められるので識別可能最小体長 25.2cm 以上のものにして，識別困難な群は成長が良好で成熟年令に達しないか或いは生殖腺の発達を阻止する他の外的並びに内的原因があるものと思われる。

4. 成　長　極　限

生物の成長極限を決定することは困難であり，又成長に関する諸要素を究明しないで決定することは危険であるが，可及的多数の測定結果から雌雄の成長極限を或る程度推定し得るであろう。既往の文献に徴して検討すると，或る限度を有するもののようで特にその傾向は雄魚に顕著である。即ち欧洲産鰻 *Anguilla anguilla* に就いて WALTER (1910a) は 1,000尾調査し，体長 51cm 以上の雄魚2尾を採集せるだけで平均体長 40～45 cm，多くは 40 cm 以下で 50cm 以上は珍らしいとした。SCHMIDT (1925a) に依ると雄魚の体長は 45cm以上が稀で，大形のものは殆んど雌魚であるとし，又 EHRENBAUM (1928a) の測定記録を整理すると第96表の通りである。

Table 96. Composition of the body length of *Anguilla anguilla* by sexes (cm).

B. L	26～28	28～30	30～32	32～34	34～36	36～38	38～40	40～42	42～44	44～46	46～48	48～50	50～52
Female	205	280	247	172	166	90	68	39	28	35	37	31	40
Male	548	397	201	60	21	14	6	—	1	4	1	1	—

52～54	54～56	56～58	58～60	60～62	62～64	64～66	66～68	68～70	70～72	72～74	74～76
50	54	48	45	23	13	4	4	--	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

上表から体長 50cm 以上の頻度を百分率で示すと第97表の通りである。

Table 97. Occurrence of the body length above 50cm of *Anguilla anguilla*.

Sex	Number of individuals	Individuals above 50cm	Percentage
Female	1282	315	24.6%
Male	1254	1	0.1%

即ち，50cm 以上の雄魚は甚だしく僅少であることが明らかである。日本産鰻 *Anguilla japonica* に就いては丸川 (1916a) に依れば体長 57.5cm 以上は殆んど雌魚で雌魚にはこれ以上のものが稀であること及び下り鰻中体の小形なるものの多くは雄魚であつて，雌魚は 70cm 以上のものは稀でないことを明らかにした。著者の供試材料中，肉眼的に雌雄を識別し得た 11,097尾の調査結果を示すと第98表の通りである。

Table 98. Composition of the body length of *Anguilla japonica* by sex (cm).

Body length	32～34	34～36	36～38	38～40	40～42	42～44	44～46	46～48	48～50	50～52	52～54	54～56	56～58	58～60	60～80	80～100	100～120	120～140
Female	24	237	153	32	32	48	41	53	38	36	22	27	10	15	6	3	1	1
Male	343	584	1056	1244	1488	1960	1472	1132	481	376	78	21	3	—	—	—	—	—

第98表から体長 50cm 以上のものの頻度を百分率で示すと第99表の通りである。

Table 99. Occurrence of the body length above 50cm of *Anguilla japonica*.

Sex	Number of individuals	Individuals above 50cm	Percentage
Female	779	121	15.6%
Male	10218	478	4.7%

即ち以上に依つて明らかなように，日本産鰻の雄魚で体長 50cm 以上のものは欧洲産鰻の夫に比し必ずしも珍らしいものではない。即ち 4.7% の出現率を示し，而もその成長極限は 57.5cm 内外と見られ，欧洲産鰻に比して大型である。

雌魚にあつては 129.7cm の成長極限を示し，60cm以上のものも稀でなく，丸川 (1916a) は 94.0cm の最大体長を記錄したが，著者は利根川水系に於いて 110cm, 92.4cm, 90.5cm, 81.2cm 等の巨大な雌魚を採集した。

一般に雄魚は雌魚よりも小型であることは他の多くの魚類で觀察されている事実で，鰻に関しても同様な事実が JACOBY (1880), PETERSEN (1987), WALTER (1910a), TÖRLITZ (1922), 丸川 (1916a) に依り觀察され，著者も此等業績と一致した結果を示した。(雌雄に依る形態的差異の章参照) 而してかかる事実は雄が雌よりも早熟することに原因し，淡水棲息年数が短い為とは断定し難い。

尙欧洲産鰻と日本産鰻との成長極限の相違が種の相違に依るものか，淡水に棲息する年数の相違に依るか或いは環境の化学的成分又は理化学的性質或いは生態的相違に依るものかは不明であつて，生態学的研究上興味ある問題と思われる。

5. 性　　比

生物の性比に関する研究は古来より多く行われ EIGENMANN (1896)*, PUNNETT (1904)*, KELLICOTT (1908)*, HENN (1916)*, HILDEBRAND (1917) *, HUBBS (1921), HUXLEY and MRSIC (1823)*, GEISER (1924)*, AIDA (1924), SASAKI (1929), 木下 (1924—'36) 及び松井 (1934) 等に依つて各種魚類に亙る業績があつて，鮒 *Carrassius auratus* L. を除いては性比は概ね等しいが多くの魚類例えば *Serranus cabrilla. S. hepatus. S. scriba. Gadus aeglefinus. G.morshua, G.vulgaris, Clupea harengs, Scyllium stellare, Raja clavata, Scordinius erythrophthalmus, Plecoglosus altivelis, Sargus annularis, Perca fluviatilis, Sargus vulgaris, Scomber scomber, Lebistes reticulatus, Oryzias latipes, Periophthalmus vulgaris, Cyprinus carpio, Carassius auratus, Xiphophorus helleri, Salmo irideus* 等で雌雄同体又は精巣卵が出現することが報告され，又魚類には性の転換を正常的になすものとして *Serranus* (VAN, OORAT 1929), *Sparus longispinis, S. aries, S. hasta*(木下 1936a,b,c)等があり，又偶発的なものとして *Xiphophorus helleri* (ESSEMBERG 1923, 1926; FRIESS(1933). *Periophthalmus vulgaris*(EGGERT 1913) 及び *Halichaeres paecilopterus* (木下

* 文獻は何れも Goldschmidt, R (1931): Die Sexuelen Zwischenstufen. Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere. Bd. 23. に依る。

1934）等が観察されている。而して鰻に関しては HERMES (1880), SIEBOLDS (1882), FEDDERSEN (1893), SELIGO (1900), DRÖSCHER (1905), TRYBOM と SCHNEIDER (1904), BELLENI (1910), MARCUS (1919), EHRENBAUM (1928) 等の研究に依り欧洲産鰻では雄魚は河口近くにとどまり，雌魚のみ河川の上流に溯上して生育し，雄魚の分布は海岸からの距離に反比例し塩分の含有量に正比例する事実を明らかにした。従つて，性比は可成り地理的相違があつて HERMES (1880) は雄魚の百分率は 0～86%，DRÖSCHER (1905) は 0～90%，EHRENBAUM (1928) は湖沼に於いて 28～54% を示した。

日本産鰻に関して丸川 (1916a) は欧洲産鰻と相反する結果を得，河川の上流地域に於いても雄魚は雌魚よりも寧ろ多数棲息し，性比（♀：♂ 100）が 7.4 を示す所もあり，河口からの距離とは無関係であつて，かかる所以として本邦に大きな河川がないこと及び産卵場からの距離が欧洲産のものよりも近い関係であろうとした。

著者は供試材料の生殖腺を解剖し，肉眼的に判然と性別し得たものに就いて環境別にまた天然鰻及び養成鰻に区別して整理した。（第100表）

Table 100. Ratio of sex.

Kind	Locality	Number ♀	Number ♂	Sex-ratio ♀ : ♂ 100	
Natural eel	26 places in Japan	49	53	84.5%	59.9%
	Rivers in the neighbourhood of Haibara-gun Shizuoka Pref.	619	1751	35.4%	
	Biwa L., chuzenji L., Tone R.	61	1	610.0%	
Cultured eel	Yoshida eels culture pond	17	3490	0.5%	3.5%
	Eels culture ponds near Yoshida	30	4986	0.6%	
	Odawara eels culture pond	3	32	9.4%	

即ち雄魚 100 尾中の雌魚の百分率は天然鰻では 35.4～610.0%，平均59.9%を示す。（琵琶湖，利根川及び中禅寺湖産のものには著しく雌魚が多いのは，所謂ボク鰻と称せられる体長 60cm 以上の大型のものが多いためで，610% を示すのは寧ろ例外的と見做される。其の他は略体長が同一であるから此等を比較に用いた。）

養成鰻では雌は単に 0.5～9.4%，平均 3.5% で，天然鰻に於ける性比が ♀：♂ = 3：5 であるのに対し養成鰻では ♀：♂ = 1：28 であることは特筆に値する。

佐々木 (1926) は鮒で ♀：♂ = 100：12.9 で雌魚が多く，性比に著しい相違を認めたが鰻でもかかる傾向は同一であるが，環境に依つて比率を異にする点が鮒の場合と相違する。

天然鰻と養成鰻の性比に顕著な差異を生ずる原因を考察してみたい。先づ両者間には環境の相違があり，かつ養成鰻では多くは単一餌料（主として鰾肉）を与えるのに反し天然鰻は環境に依つて多少の相違が認められるが魚類，甲殻類，昆虫の幼虫，軟体動物及び環虫動物等雑食性であつて，単一餌料に基く栄養学的障害，養成中に於ける水質の悪変又は酸素欠乏に基く鼻揚げ現象，河川と養魚池の水質の相違等がある。雌雄に於ける形態的差異に於いて，両者間に中間型の出現率が多い点並びに生殖腺の発達に伴つて生殖腺の形態的雌雄特徴が現われるのが体長 25cm 以上であつて，この体長に成長するには飼育実験に依ると 1～3 年を要し，比較的長期間である。GRASSI (1919) は欧洲産鰻で一時的中間性 (Transitorische Intersexualität) を認めたが卵から飼育してその発生経過を観察することが出来ないので実験的証明をすること

の不可能な研究材料であるとした。

以上例記した諸点から鰻の未成熟期恐らくはその初期に於いて一時的間性，換言すれば外的条件に従つて性の転換が行われ，性比の偏在を可能ならしめるものと推定し得るが，今後の研究に依りこの点は明らかにすべき興味ある重要問題であろう。何故ならば性の支配は養魚上ばかりでなく，増殖上応用すべき諸種の新らしい改善えの科学的基礎をもたらすからである。

6. 生殖腺の成熟度

性別し得た材料 214尾を選び，生殖腺の発達程度を示すと第101表の通りである。

Table 101. Maturity.

Sex	Degree of maturity			
	+ + +	+ +	+	Total
Female	16 16.3%	30 30.6%	52 53.1%	98
Male	21 18.1%	46 39.6%	49 41.2%	116
Average (%)	17.3%	33.5%	47.3%	214

魚体の大きさと成熟度との関係は第102表に示した。

Table 102. Relation between the body length and the degree of maturity.

Degree of maturity	Body length (cm)	
	Female	Male
+ + +	40.5 ～ 63.4	45.5 ～ 58.0
+ +	37.0 ～ 54.5	33.9 ～ 49.9
+	32.0 ～ 54.0	25.2 ～ 57.0

Remarks : +++ Diameter of eggs are above 0.2mm in the stage of ooplasma and in male the width of testis are above 3.0mm.

++ Diameter of eggs are above 0.1mm, yolk-granules are very little, and few or undeveloped.

+ Diameter of eggs are below 0.1mm. In male, the width of testis are below 2.0mm.

即ち下り鰻には成熟度が（＋＋＋）を示すもの雌魚 16.3%，雄魚 18.1% で両者を併せて 17.3% を占めており，淡水中で可成り成熟して降河するものと考えられる。而して成熟度は体長には比例しないようであつて，年令の査定を実施しないので，年令との関係に就いては不明である。

成熟度の進んだ雌雄の出現率は，雄魚の方が多い。このことから雄魚が雌魚よりも早く成熟するものと考えられる。此の点は形態と成長との関係及び雌雄の形態差の各章で述べた結果でも明らかである。

a) 卵　　巣

卵巣卵は MONDINI (1777) によつて発見されて以来，多数の学者によつて研究されたが欧洲産鰻の卵巣卵の大きさは WALTER (1910a) によると 0.08～0.3mm で 0.3mm が最大の記録である。日本産鰻に就いては陶山 (1882) が始めて記載し，雨宮 (1921) は 0.15～0.2

mm，浦原（1933）は 0.3mm，松井，牧野（1934）は 0.31mm 内外，松井魁（1936a）は，平均 0.331±0.001mm で，今迄の記錄によると著者の記錄による 0.378～0.394 mmが最大である。（第103表）而して，BRUUN 他2名（1949）は *A. anguilla* に Thyrax を注射して，対照群の卵径が 0.12～0.18mm であるのに対し 0.35～0.50mm に成熟せしめている。

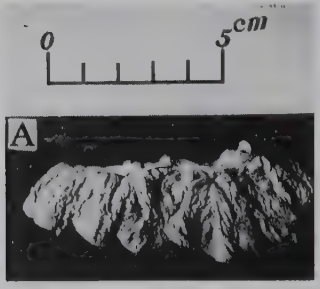
Table 103. Size of ovarian eggs.

Diameter of egg (mm)	0.282～0.298	0.298～0.314	0.314～0.330	0.330～0.346	0.346～0.362	0.362～0.378	0.378～0.394
Frequency	3	21	30	24	11	9	2

Range of size	Mode	Mean value	Standard deviation	Coefficient of variation
0.282～0.394	0.322	0.331±0.001	0.021±0.001	6.345±0.030

Remarks : 100 samples were measured, the maximum diameter of eggs were shown.

該標本は昭和7年（1932）10月5日に静岡県下，天龍川で採集したものであつて，卵巣の巾は 2～2.2cm，厚さ 0.2～0.17cm，卵粒は卵巣の表面から容易に透視出来て而も容易に分離出来る程度によく発達したものであつた。（第18図参照）



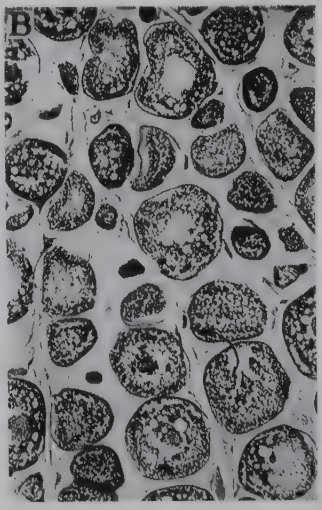


Figure 18. Histological review of the mature ovary.
A. A part of matured ovary. B. Tissue of A. photo. (×55)

組織標本は脫ホルマリン後，所定の方法に従つて封埋し，Haematoxylen, Eosin 複染色を行つた。組織的所見は次の通りである。（図版1参照）

卵は球形又は卵形をなし，卵膜は可成り厚く，卵各個は密着せず容易に離脫する。Ooplasma は卵の大部分を占め Eiprotoplasma と Deutoplasma より成り Deutoplasma は 5.7～10.0μ の大きさで多数の Yolk-granule 及び径 79μ で卵径の約 $\frac{1}{3}$ を占める大形の Oil-grobule 3～4個からなる。Yolk-granule は Formalin, Alcohole 又は Bouin 固

定，Haematoxylen, Eosin 染色標本では濃青色に可染せられ Eiprotoplasma には円形乃至楕円形の空胞があつて恰も網状組織をなすが，これには Oil - grobule が存在することは，Flemming 固定標本によつて証明せられる。即ち，該標本によると Ooplasma は黒色に可染せられる大小の Yolk - granule と Oil - grobule によつて占められ，その間に Eiprotoplasma が介在する。Eiprotoplasma は等質で偏在することがない。卵体の中央又は多少偏在して円形又は楕円形の Germinal - vesicle があつて膜によつて Ooplasma と境せられている。この周辺には，大小の Nucleolus が存在しその数は11個乃至21個，普通15～16個である。

RAFFAELE (1888) の採集した浮游性卵に対し GRASSI(1919) は *Anguilla anguilla* の卵であると査定したものによると，卵径は 2.7mm (Oil grobule を欠ぎ，44 (45？) の体節を有する幼体を生ず)であり，神谷(1915) によると日本産 *Congrellus anago* (T.and S.) では卵径 1.40～1.33mm, 油球 10～25. *Congrellus sp.* では卵径 1.00～0.85mm, 油球 20～40個の存在を示す。油球数を有する点，卵巣の大なる点，卵膜は無構造である点等 *Conger* 属の卵と類似すると共に上述の所見によつて鰻卵は自由浮性卵であると考えられる。

卵巣の巾，卵巣の大きさ，核径と体長及び体重等の相互関係は第104表の通りである。

Table 104. Relations between the width and size of ovary and its diameter of nucleus and body length and weight.

Body length (cm)	37.3	35.7	35.7	37.4	46.0	92.4
Body weight (gr)	45.0	70.0	62.0	74.0	145.0	1530.0
Width of ovary (cm)	0.22	0.34	0.39	0.44	0.81	2.8
Size of ovarian eggs (mm)	0.044	0.054	0.065	0.079	0.203	0.235
Diameter of nucleus (mm)	0.027	0.033	0.030	0.038	0.069	0.076
Diameter of egg / Diameter of nucleus	1.66	1.61	2.13	2.12	2.91	3.11

即ち卵巣の巾と卵の大きさとは密接な関係が認められ，卵の大きさは体長及び体重とは無関係で寧ろ採集時期，年令，棲息場所に関係があるようである。又卵径の増大に伴つて核も拡大し，Ooplasma の増大著しき為に卵径に対する核径の比が増加する。Ooplasma は初期にあつては Eiprotoplasma が発達し，Deutoplasma は余り発達していないが，成長するに従い，Deutoplasma の発達著しく Ooplasma の大部分を占めるに至る。

卵巣は左右不相称で，右卵巣は左卵巣よりも先方から始まり，後端は先で終り，長さ短かく，且重量も軽い（孕卵数の項参照)。同様な事実は松井，和井内 (1936) 及び早栗 (1938) 等が他の魚類で認めている。

同一個体の卵巣の各部分に於ける卵の発達程度には大きな差異が認められず，従つて殆んど同時に成熟，放卵されるものと推定され，生殖孔と卵巣との連絡部に薄膜（処女膜に該当すると思考される）の存在が認められる。此の膜が成熟，放卵に際して破れ卵巣卵が放出するものと思考される。

一定の年数を経過し，生殖回游すべき時期に何等かの理由で降海しない場合には生殖腺は退化或いは萎縮するかその何れかのようである。例えば1935年８月中旬，長野県下千曲川に於いて採集された巨大な鰻一体長129.7cm，体重 5.1kg，耳石による推定年令溯河後17年一の生殖腺は非常に萎縮しているため，一般に体長 20cm に見られると同様の生殖腺の形態を示している。即ち長さ約 83cm，帯白色の薄い帯状の膜をなし，巾 0.4cm で組織は硬化し，形態は

生殖腺の初期形態に該当する。（第19図参照）Haematoxylen, Eosin 染色標本による組織的所見によると，結締組織及び血管が極めてよく発達し，生殖細胞は著しく萎縮して数個集団するか又は単独に組織内に散在し，又，組織の所々に崩壊現象が観察され，生殖細胞の形状は球形で稀に楕円形或いは紡錘形をなしている。従つて該鰻は上述の如く生殖腺の萎縮により性別することが困難であるが鰻の雌雄の形態的特徴たる眼径の短い点から雌魚と査定され，該生

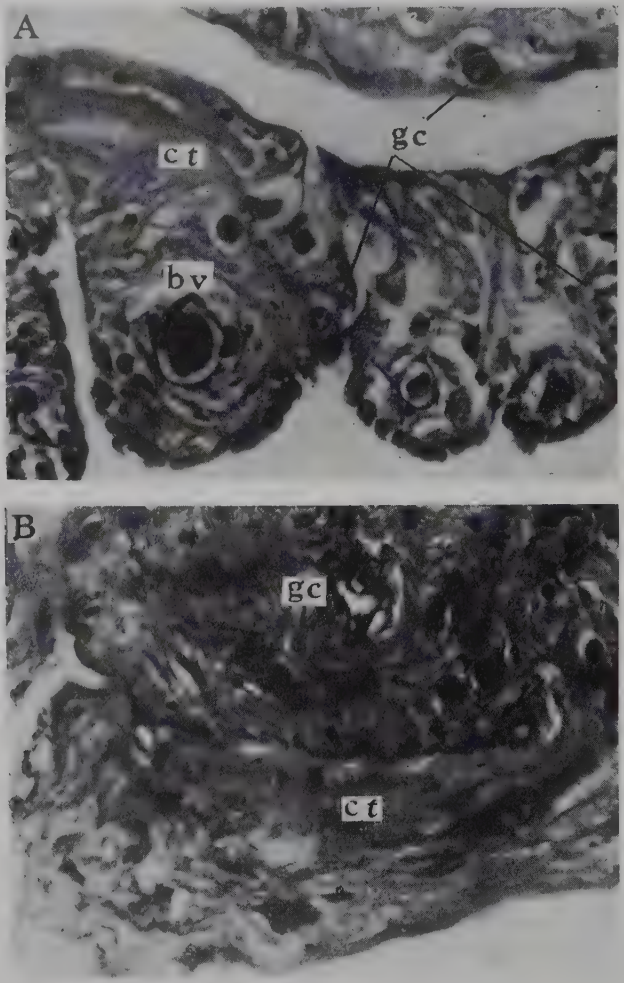


Figure 19. Histological reviews of atrophy of genital gland.
Fig. A. View in transversal section.
Fig. B. View in cross section.
GC, atrophy of germ-cell. CT, connective tissue BV, blood-vessel.

殖腺は卵巣の退化萎縮したものと認めた。体長 81～110cm のものについての観察結果によると卵巣はよく発達し雄魚も亦体長 41.5cm のものより発達していることが観察し得た。体長 110cm 以上のものについて生殖腺を調査する機会はないが生殖腺の萎縮と年令及び大きさとは何等か関係があるようにも考えられるが，この点に関しては未だ不明である。

b）精　　巣

精巣は SYRSKI (1874) が始めて確認した。精巣の発達程度に関する GRASSI 及び CALADRUCCIO (1919) 及び SCHMIDT (1925a) 等の研究結果によると欧洲産鰻では降海前未だ Spermatogonia の状態で Spermatozoa の形成に至つていない。但し SCHREIBER (1935, 1937) はプロランを注射して精子の形成を実験した。日本産鰻に関しては丸川 (1916a) によると娘細胞を存し，未だ精虫は発生してない。また佐郷 (1928) は近海に於いては精虫は発達しないとした。これを要するに日本産鰻も欧洲産鰻と同様に Spermatogonia の状態にある。

然るに著者の研究によると既往の業績と著しく所見を異にし，Spermatogonia 以上に発達しているのを認めた。即ち静岡県榛原郡川崎川で昭和12年 (1937) 10月27日採集した耳石による推定年令5才，体長 44.5cm，体重 146.5gr の1標本では 0.32cmの精巣の幅に少数の精虫の形成されたものを発見した。該標本を Allen - Bouian に24時間固定し，Eiron-Haematoxylen 染色した所見は次の通りである。(図版2参照) 即ち精巣は結締組織性被膜に囲繞せられ，その外層は単層の扁平上皮細胞よりなり，内方に向うに伴い，弾力繊維を混ずる鬆粗結締組織層となる。この層は血管に富んで血管膜を形成し，睾丸小中隔は発達しない。迂曲精管を包む結締組織は脈管膜と同様の組織を有している。セルトリー氏細胞と精細胞との区別は困難である。精細胞は Spermatocyte の状態にあつて盛んに Spermatid に分裂しつつあり，組織の一部に於いて Spermatozoa の形成初期のものが認められる。精虫の頭部は紡錘形をなし，尖端部は多少丸味を帯び，他端から尾部が突出するも尾部の染色不鮮明で所見は明かでない。頭部の大きさは巾 17.9～13.8μ，長さ 33.1～30.3μ である。

精巣の巾と精巣の発達程度とは密接な関係が認められ，体長とは無関係であることは卵巣の場合と同様である。即ち巾が 0.25～0.3mm の精巣では多く Spermatocyte の状態から Spermatid に分裂する状態にあり，精巣の巾が 0.1～0.15mm の精巣では迂曲精管の発達不充分で鬆粗結綿組織がよく発達し Spermatogonia の状態にある。

精巣の発達程度は偏在することなく，全体に亘つて一様に成熟分化するもののようである。

7. 孕卵数に就いて

シラス鰻養成業が専業化にまで分化し，これが採捕は当業者間に注目されるに至り鰻種苗の問題は資源的にも蕃殖保護政策上からも重視されるに至り，孕卵数の測定の必要に迫られた。従来これに関する業績は極めて少く，僅かに MATHER(1889) が欧洲産鰻に就いて9,000,000であると記載したに過ぎない。著者は鰻のような微少な卵の測定法として組織的重量測定法とも称すべき方法を試みた。即ち左右両卵巣を摘出秤量し，卵巣の10ヵ所を選び長方形の小片となし，化学天秤で精確に秤量 (Nw) 後，夫々の小片を Bouian 固定液で固定し，所定の方法で封蠟し，7μ切片となし，Haematoxylin - Eosin 染色の標本を製作し，此の標本に

就いて模型図（第20図）に示すように Ln に配列する卵数 L 及び A, B, C の各断面に於ける卵数を数え一片の卵数 Nn を次式により算出した。

$$Nn = \frac{A+B+C}{3} \times L.$$

単位重量の卵数を m, 左卵巣の重量を Wl, 右卵巣の重量を W_R, 全孕卵数を N で表わすと

$$m = \frac{Nn}{Nw} \qquad \therefore N = m \times (Wl + W_R)$$

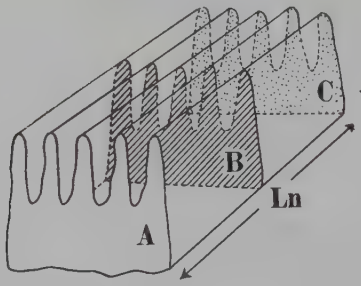


Figure 20. Diagram showing the positions measured in the measurement of number of ovarian eggs.

左卵巣卵数は m × Wl, 右卵巣卵数は m × W_R で計算した。供試材料は 1936年1月22日に豊橋市神野新田町附近の潟に於いて採集した体長 92.42 cm, 体重 1530 gr. で卵径 0.264 mm, germinal vesicle の径 0.097mm で Yolk - granule 及び Oil - grobule のよく発達したものである。W_R は 30.7gr. Wl は 34.4gr. Wl + W_R は 65.1gr. となり測定結果は

Table 105. Number of ovarian eggs measured.

No. of speciemens	Nn	Nw	Number		
			Left ovary	Right ovary	Total
1	11,132	0.106	3,612,334	3,222,714	6,835,048
2	12,614	0.090	4,821,071	4,298,851	9,119,922
3	23,287	0.227	3,528,912	3,154,539	6,683,451
4	27,135	0.210	4,444,713	3,967,124	8,411,837
5	13,195	0.085	5,333,802	4,764,181	10,102,983
6	17,519	0.140	4,304,418	3,841,884	8,146,302
7	8,741	0.095	3,165,116	2,822,565	5,987,681
8	16,622	0.151	3,786,657	3,377,676	7,164,333
9	17,526	0.183	3,293,135	2,946,386	6,239,521
10	19,182	0.169	3,904,496	3,480,677	7,385,173
Average			4,019,965	3,587,660	7,607,625

Table 106. Relation between the number of ovarian eggs and the body length.

Body length (cm)	Body weight (gr)	Wl (gr)	W_R (gr)	Wl+W_R (gr)	Number			Range of number of ovarian eggs.
					Left ovary	Right ovary	Total	
35.7	70.0	10.6	8.2	18.8	4,518,093	4,309,022	8,827,115	5,007,264～14,122,317
37.4	74.0	11.9	9.8	21.7	4,311,212	3,884,582	7,195,794	3,816,354～ 9,986,512
46.0	145.0	30.3	28.1	58.4	6,498,265	6,232,383	12,730,648	8,357,228～17,204,771
92.4	1530.0	34.4	30.7	65.1	4,019,965	3,587,660	7,607,625	5,987,681～10,102,983

第105表の通りである。 即ち孕卵数は卵巣の採集各部によつて変異があり， 5,987,681～10,102,983粒で平均 7,607,625粒を示す。而して左卵巣卵が右卵巣卵より多い。

同様の方法で求めたる孕卵数測定結果と体長との関係を第106表に示した。

孕卵数の最多最少の範囲は 3,816,354～17,204,771粒を示し平均数に於いて 7,195,794粒～12,730,648粒である体長又は体重との関係は変異が極めて大である。重量法，計数法，容積法いづれによるも魚類の孕卵数の変異の巾は大であるから多数の材料に就いて測定する必要がある。

CUNNINGHAM (1891) はあなご類の孕卵数 7,925,280粒としたが， 略々近似的であるが鰻の方が多い傾向が見られる。

8. 考　　察

a. 欧洲産鰻 *Anguilla anguilla* と日本産鰻 *A. japonica* の成長極限に就いて

日本産鰻が雌雄両魚共に欧洲産鰻より大型である点は河口からの遡河距離と性比との関係に就いて欧洲産鰻に見られるような関係が存在しない点， 生殖腺の成熟度が欧洲産鰻では Oogonia 又は Spermatogonia の状態であるのに対して日本産鰻では Oocyte 又は Spermatocyte 乃至 Spermatid の状態であり且卵巣卵の大きさも欧洲産鰻のそれより大型に発達している点等の諸点に於いて，両者間に明らかな相違が認められる。この他に此のような両者間の相違が種属の相違に基く生態的相違か又は欧洲と日本に於けるが如き環境或いは地形等の地理学的相違によるかの２つの場合が考えられる。この点に関しては *Anguilla anguilla* の産卵場は陸地から数千浬離れた大洋の中央部にあつて遡河のため回游する稚魚は３年を経過したものであり，且大きさの変異度大で体型も大きい。この点日本産鰻では相違している（シラス鰻の遡河習性の章参照）要するに産卵場からの距離の相違に基く地理的相違が原因する。次に河川の水質（特に無機塩類）の相違をも挙げることが出来るので環境或いは地理的相違が根本的であり影響が大きいと考える。

b. 成熟度の相違に就いて

降海前に於ける日本産鰻の生殖腺の成熟度が欧洲産鰻の夫れが Oogonia 又は Spermatogonia であるのに対し Oocyte 又は Spermatocyte 更に Spermatid 稀に Spermatozoa の発生を見るまでに発達しているのは両者の生態的相違並びに産卵場の著しき相違によるものと考えられる。一方婚姻色の着色現象を他の淡水魚(鮎，ウグヒ)のそれから考察すると，産卵に近い状態と考えられる。またシラス鰻の遡河時期が10月末に始まることも日本産鰻の産卵場が欧洲産鰻の如く陸地より遠隔の海区ではないと推定される。この点に関しては第９章で論述する。而して SCHMIDT (1925a) 及び GRASSI (1919) が欧洲産鰻の産卵期は早春より初夏と推定したが，著者は以上の諸点から日本産鰻の産卵期は10月末から早春に亘る冬期間と推定するのが適当と考えた。成熟度の相違するものが多いことや下り鰻の棲息状況から，産卵期は長期に亘るものと考えらる。（参考口伝—静岡県磐田郡福田地方天然鰻採捕漁者は「鮎は２瀬（磐田郡太田川河口より１里半上流地点）で子をなすが，鰻は河口にて子をなす」と称し９月中旬頃より11月迄に河口近くの葦の繁茂する場所で下り鰻の瀬付け現象が認められると。）

c. 未だ記録されたことのない最大卵巣の組織的所見によると，自由浮游性卵で，卵巣成

熟度の状態から放卵は一時に行われるものと考えられる。

d. 天然鰻と養成鰻との間に性比の著しい相違が認められるが，雌雄の形態的差異に於ける中間型及び例外型の出現率の多い点から，生殖腺の未発達の時期に於いて外的条件の変化に基く内的刺戟によって一時的間性（Transitorische Intersexualität）の生ずることが推定される。

9. 摘　　要

1. 下り鰻調査尾数 14,879尾の内 77.2% は性別し得られ，肉眼的性別の識別可能の最小体長は 25.2cm である。

2. 欧洲産鰻と日本産鰻の成長極限に相違があって，日本産鰻が大で特に雌魚に顕著である。而して，雌魚は雄魚よりも大型であるが，これは雄が雌よりも早く成熟することによるものと思われる。

3. 性比（♀：♂ 100）は天然鰻では 59.9%，養成鰻では 3.5% を示し，前者では雌魚が比較的多く，後者では雄魚が大部分を占め，全体的に雄魚が雌魚に比して多い傾向が認められる。生殖腺の未発達時代に Tronsitorische Intersexualität を経過する一部があるようである。

4. 降海前に於ける最大卵径は 0.394mm，平均値 0.331±0.001mm を示す。

5. 最大卵径を有する卵巣卵の組織的所見によると降海前の卵は多くは熟卵に近きものである。而して自由浮游性卵の構造を有している。

6. 生殖腺は一時に成熟し且放卵されるようである。

7. 生殖腺の巾は卵径並びに精細胞の分化程度と正比例し，体長又は体重とは無関係で，年令，棲息場所，採集時期等と関係がある。

8. 卵巣卵径 0.2mm 以上で Ooplasma の発達せる雌魚（16.2%），精巣の巾 3.0mm 以上で Spermatocyte から Spermatid の状態の雄魚（18.1%）の平均成熟度の出現率は17.3% を示し，未熟程度の出現率は 47.3% である。

9. 精巣の発達程度は多くは Spermatocyte で，稀に Spermatozoa の形成が認められ精蟲の頭部の大きさ 33.1～30.3×17.9～13.8μ である。

10. 卵巣は左右不相称で，左卵巣が右卵巣よりも重量，長さ，孕卵数が大である。

11. 孕卵数は 7,195,794粒～12,720,648粒（体長 35.7～92.4cm）を示した。

12. 日本産鰻の産卵場は陸地から遠隔な海区ではない。

13. 日本産鰻の産卵期は10月末より早春に亘るようである。

第七章　鰻の鱗の初期発生と成長との関係

Chapter VII. Relation Between the Primary Development of Scale and Growth.

I. 既往の業績及び研究目的

鰻の鱗に関しては主として鰻の年令査定と関聯して研究が行われた。BAUDELOT (1873)

は鱗の構造を研究し個体により鱗の大きさに著しい差異がある点から鱗の形成は鰻体が可成り成長してから発生することを認めたが，鱗と年令との関係を究める迄には至らず，PETERSEN (1894) は鰻鱗に現われる輪層は年令を表示するものであろうと豫見し，GEMZÖE (1908) がこれ等2氏の研究結果を継續して詳細な研究をなし，欧洲産鰻の河川溯上当時のシラス鰻は満2ヵ年を経過したもので溯河後第3年目に皮膚に鱗を発生し，普通体長 17cm に達して冬季年輪を生ずることを指摘して年令査定上に貢献をした。EHRENBAUM 及び丸川 (1913) は鰻の年令の査定と成長度に就き研究し，鱗は体長 18cm 以下のものにあつては未だ発生しないが，これ以上の体長を有するものにあつては既に鱗の示す年輪数1又は2のものがあり（天然鰻ではエルバ河で 15cm で稀に発生する）鱗令は変異が大であるために不確実で，耳石による年令査定が確実なる点を明らかにした。

MARCUS (1913) も同様鱗発生の年令，耳石と鱗の示す年輪数等は棲息地の相違並びに同一場所にあつても各個体の成長度によつて相違する点を再確認した。丸川 (1916a) は日本産鰻に関し，EHRENBAUM 及び丸川 (1913) と同様の研究を行い，鰻鱗の発生は成長度の遅速によつて異なり，一定の体長即ち 17cm～14.9cm に達すると年令の如何を論ぜず鱗の発生を見ること及び成長度速かなるものはシラス鰻から第2年目，遅きものは6年目に生じ，耳石令と鱗令との間に1～5の差が有るから，耳石令を以つて年令を査定するのが確実である点を明らかにした。これに対し徳久 (1915b) はシラス鰻の疎放的養成の実績から丸川説に反対し耳石及び鱗令査定法に誤謬のあることを指摘した。

JESPERSEN (1926) は老年魚では耳石の年輪数計測の困難なため，鱗によるを可となし，HORNYOLD (1922) は GEMZÖE (1908) と同様に鱗によつて年令の査定をした。EHRENBAUM (1930) は平均体長 17cm 以上で始めて鱗が出現するとした。

上述のように鱗に関する多数の既往の業績は多く年令査定上のものであり，特に日本産鰻に関しては丸川以外には殆ど業績なく，疑問の点があるので筆者は鱗の初期発生時期及び発生部位の決定並びに此が成長との関係に就いて研究し，併せて近来養鰻技術の発達に伴いシラス鰻より1～2年にして成品として出荷せられる程成長速かになつたことに伴う変化及び種鰻取扱い上の参考に供する目的で本研究に着手した。

2. 実験材料及び実験方法

Table 107. Specimens.

No. of sample	Date	Period of breeding.	Number of specimen	Size		Remarks
				Body length (cm)	Body weight (gr)	
I	Aug. 14	4 months	79	15.6～19.4 (Average17.4)	4.2～ 8.2 (Average 6.1)	Group of good growth
II	Aug. 30	4.5 〃	56	6.3～18.6 (Av.11.7)	0.4～ 9.1 (Av.2.7)	
III	Nov. 14	7 〃	100	12.5～21.8 (Av.17.6)	1.2～ 7.6 (Av.3.9)	
IV	Nov. 30	8 〃	58	6.6～35.4 (Av.12.73)	0.3～15.3 (Av.3.3)	
V	Feb. 12	10 〃	50	9.3～19.6 (Av.13.7)	1.0～ 10.9 (Av.3.7)	
VI	May 10	12 〃	300	15.8～34.9	3.2～54.6	Gr I 21.69 Gr II 13.70 Gr III 9.58
VII	Nov. 30	20 〃	52	23.41	14.0	

実験材料は昭和9年4月から昭和10年5月10日，昭和13年4月14日から昭和14年2月12日，同9年4月から同12年4月の間，夫々水産講習所吉田実習場に於いて飼育したものを一定時期に採集して供試した。　該材料中には鰻の成長と外部形態との関係（第4章）に使用した材料400尾も供試した。採集時期，供試尾数，大きさ及び飼育期間等は第107表に表示した通りである。

即ち供試材料は約2年間の飼育年令を有し，而も成長量は 6.3～34.9cm に亘る極めて成長の良好のものから極めて悪い各種条件を含んでいる。

実験方法は各採集時期に於ける供試魚に就いて測定後，苛性加里 40～60% 溶液により皮膚表面に存在する粘膜組織を剝離せしめ水洗後双眼顕微鏡で体表面特に側線に沿いその上下附近を精査し，鱗の有無を観察し，Sump method 又は直接採鱗して鱗の大きさを測定した。初期発生期は鱗数の発生量が僅少で而も小型で，成長輪の形態不規則であつて，疑わしきものにあつては表皮を固定し組織学的に検鏡した。成長輪の数は鱗相構成上重要であると思考し測定した。

3. 実　験　結　果

A. 鱗の初期発生と体長，体重との関係

各実験番号に就いて鱗の発生の有無と体長との関係を表示すれば第108表の通りである。

Table 108. Body length at which scales begin to be form.

No. of sample	Body length (cm)	5～10	10～14	14～15	15.0～15.5	15.5～16.0	16.0～16.5	16.5～17.0	17.0～17.5	17.5～18.0	18.0～19.0	19.0～20.0	20.0～21.0	21.0～22.0	22.0<
I	+	—	—	—	—	3	4	4	17	14	8	5	—	—	—
	−	—	—	—	—	9	7	8	—	—	—	—	—	—	—
II	+	—	—	—	—	1	4	3	1	2	1	—	—	—	—
	−	22	17	3	2	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
III	+	—	—	—	—	1	5	14	8	16	9	5	3	1	—
	−	—	26	8	2	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	+	—	—	—	—	1	1	—	2	2	2	1	4	4	1
	−	28	4	4	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
V	+	—	—	1	—	—	3	2	4	4	3	—	—	—	—
	−	6	21	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	+	—		—	—	—	1	—	5	8	14	6	3	10	50
	−	93	68	1	7	10	13	—	1	—		—	—	—	—
VII	+	—	—	—	—	1	1	2	4	4	1	1	1	3	34
	−	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Remarks : +, number of individuals with scale.
−, number of individuals without scale.

鱗が発生する体長を検すると，I～VII の各実験例を通じ V 及び VI を除き 15.5～16.0cm の体長範囲に於いて出現し，V，VI の実験例では 16.0～16.5cm の体長範囲で認められる。而して鱗の形成が認められる体長の最小形は実験例 I では 15.8cmで，発生部位は肛門上の側線及びその後方の側線の上部及び下部に沿つて8個の鱗が認められ成長輪は僅かに1列生ずるのみである。実験例 II では 15.9cm で，発生部位は前者と同様であるが，側線の下部に2個体見るのみである。実験例 III では 16.9cmで，鱗数は12個。実験例 IV では 15.8cm で鱗数4個。

実験 V では 14.4cm で側線下部に3個。実験例 VI では 16.3cm で成長輪は未だ形成されず薄い膜状片が4個認められる。実験例VIIでは 15.7cm で成長輪3列を形成する鱗数は 12～13個である。即ち各実験例を通じて鱗の生ずる体長は 14.4～16.9cm である。鱗の初期の形態は成長輪が形成されない薄い長楕円形の稍シグモイド型をなした鱗核を形成し鱗の増大に伴つて成長輪が鱗核の周辺に同心円状に発生し鱗核は逐次縮小され殆んど消失するに至る。（第3図版参照）

鱗の配列は発生初期にあつては側線に沿つて1～4個体が同一方向に位置して疎に配列し成長に伴つて密となり，遂に4～6個宛程度同方向に配列するに至る。かくして鱗の配列は他の魚類と異なりモザイック状となり，各鱗間に覆瓦状の配列は認められず，各鱗が離れて鱗嚢に包れている。従つて鱗の長軸は常に魚体軸に対して斜に同方向に向い，全体として不規則なモザイック状に配列するため，同形の鱗にして長軸の方向を異にする二種の鱗即ち Upper lateral area が魚体の前方にあつてこれから Lower lateral area の方向に斜に下方に向う鱗と Lower lateral area が魚体の前方にあつて Upper lateral area の方向に斜に上方に向う鱗の組合せによつて配列しているこの点は小林（1939）の観察と一致する。

成長に伴い鱗の長さ，巾及び鱗数が増大するから成長の過程にあつては成長輪列数，鱗の配列，鱗長及び鱗数等の測定結果から鱗の発生する時期とその体長が推察出来る。

体長 14.4～16.9cm（実験例 II，VI，V，IV）は鱗数及び成長輪数によつて鱗の発生初期の大きさと見做されるが，実験例 VII では 15.7cm で成長輪は3列，鱗数は 12～13個あり，実験例 I に於いては体長 15.8cm で鱗数は 8個あつて此等の個体では夫々の体長よりも更に小形のものに鱗の発生初期のものが見られるものと推察される。次に鱗の未だ発生しない最大体長は実験例 I では 16.8cm，実験例 II では 17.2cm，実験例 III では 16.1cm，実験例 VI では16.3cm 実験例 V では 20.2cm を示し，20.2cm が最大である。

各実験例に就いて各体長別の鱗の出現率を示すと第109表の通りである。

Table 109. Percentage of the scale appearing by each body length.

Body length (cm)	<15	15～16	16～17	17～18	18～19	19～20	>20
Observed number	304	50	75	83	38	18	115
No. of scale appearing	—	7	44	81	38	18	114
Percentage	—	1.5	68.9	97.5	100	100	99.8

シラス鰻の飼育日数と鱗の出現率との関係は第110表に示した。

Table 110. Percentage of the scale appearing according to the number of days for breeding.

Number of sample	I	II	III	IV	V	VI	VII
No. of days of breeding	122	137	214	244	305	365	609
Observed number	79	56	100	58	50	300	52
No. of scale appearing	55	12	62	18	16	97	52
Percentage	70.9	20.3	62.0	29.2	32.0	32.3	100.0

同一条件の下で1カ年シラス鰻を飼育して成長度の相違を生じた群別に鱗の発生状況を示すと第111表の通りである。

即ち第109，110，111表で明らかなように鱗の発生は飼育日数には関係なく成長量即ちある

Table 111. Appearing stage of scales according to the difference of growth degree.

Group	Mean value of body length	No. of specimens exermined	Number of individuals of scale appearing: No appearing	Few appearing	Comparatively many appear	Full appearing	Appearance: Number	%
Gr Ⅰ	21.96±0.21 cm	100	10	26	41	23	90	90
Gr Ⅱ	13.70±0.14 cm	100	92	8	—	—	8	8
Gr Ⅲ	9.58±0.06 cm	100	100	—	—	—	—	—
Total		300	202	34	41	23	98	32.7
Percentage		—	67.3	11.3	13.7	7.7	—	—

限界の体長と密接な関係があつて，此点は EHRENBAUM と丸川 (1913) 及び丸川 (1916a) の実験と一致する。

鱗の発生最小体長は欧洲産鰻では GEMZöE (1908) は 17cm, EHRENBAUM と丸川 (1913) は 18cm とした。これに対し日本産鰻では丸川 (1916a) は 14.9cm, 著者は 15.7cm 以下を示し，かゝる点から，日本産鰻は欧洲産鰻よりも鱗の発生最小体長は小形であることが分る。而して1ヵ年間飼育したものの鱗の発生率は 0～90%, 平均 32.7%で，成長度良好で体長 15.7cm 以上の群の出現量に関係する。従つて鱗令は養鰻技術の如何による成長量に比例するから，丸川 (1916a) が指摘するように年令査定の標準とはならないからこの点に関しては吟味を必要とする。更に同氏の成長度に対しては異論を有し，徳久説に賛成し，丸川のように著しく成長度は遅延しない。

B. 鱗の初期発生部位並びに魚体各部の鱗の大きさ

鱗が発生する最初の部位は多数の魚体全面を精査することによつて分るが又全面に発生したものと初期発生の最小体長のものとでは 15.7cm から 20～24 cm までの差があり，これから約4～8cm の体長の差異がある事実から推定して発生時期のズレがあると考えられるから魚体の各部の鱗の大きさの差異を追究することによつて明らかにされる。魚体を5区に区分し（第21図）これを更に側線の上下に区別して此等各部の大きさを測定した結果は 第112表 の通りである。

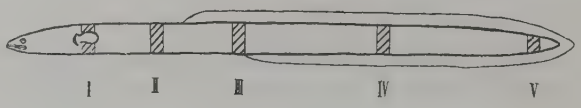


Figure 21. Showing the positions collected the scales measured.
(Arabian numbers show the number of position measured)

Table 112. Comparison of the size of scales in each position collected.

Body length	Positions / Size of scale(mm)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
25.1 cm	U	0.826×1.33 0.780×1.08	0.954×1.34 0.824×1.08	0.970×1.42 0.952×1.30	0.784×1.18 0.858×1.06	0.512×0.90
	L	0.850×1.34 0.606×0.66	0.874×1.40 0.570×0.58	0.878×1.34 0.914×1.36	0.800×1.18 0.842×1.26	0.490×0.86

24.7 cm	U	0.718×0.135 0.606×0.121	1.080×0.169 1.082×0.116	1.264×0.158 1.172×0.142	0.958×0.155 0.974×0.123	0.461×0.051
	L	0.830×0.113 0.676×0.089	1.022×0.146 0.774×0.104	0.768×0.139 1.140×0.150	1.052×0.146 0.954×0.134	0.530×0.101
29.5 cm	U	1.011×0.111 1.000×0.106	1.048×0.120 1.066×0.126	1.245×0.196 1.016×0.121	1.166×0.161 0.820×0.122	0.608×0.098
	L	1.268×0.130 0.827×0.130	1.078×0.124 0.967×0.106	1.340×0.205 1.010×0.123	1.140×0.107 1.174×0.139	0.534×0.099

Remarks : U, above the lateral line. L, below the lateral line. Mean value in 10 scales is shown in each position and the width of each position is 1.0 cm.

鱗の大きさを体長で除した係数を求め各測定部位に就いて比較した。（第113表，第22図）

Table 113. Showing the values of $\frac{\text{Size of scales}}{\text{Body length}}$ in each position.

Body length	Positions / Items	I	II	III	IV	V
25.1 cm	U	0.033×0.053 0.031×0.043	0.038×0.053 0.033×0.043	0.039×0.057 0.038×0.052	0.031×0.047 0.035×0.042	0.020×0.036
	Average	0.032×0.048	0.036×0.048	0.039×0.054	0.033×0.046	
	L	0.034×0.053 0.024×0.026	0.035×0.056 0.023×0.023	0.035×0.053 0.036×0.054	0.032×0.047 0.034×0.050	0.020×0.003
	Average	0.029×0.039	0.029×0.039	0.036×0.054	0.033×0.048	
24.7 cm	U	0.029×0.005 0.033×0.045	0.043×0.007 0.044×0.047	0.051×0.005 0.047×0.006	0.039×0.006 0.039×0.005	0.019×0.002
	Average	0.036×0.025	0.043×0.027	0.049×0.006	0.039×0.006	
	L	0.034×0.005 0.027×0.004	0.041×0.006 0.031×0.042	0.043×0.009 0.039×0.005	0.039×0.006 0.046×0.006	0.021×0.004
	Average	0.030×0.004	0.036×0.024	0.041×0.007	0.043×0.006	
29.5 cm	U	0.034×0.004 0.034×0.004	0.036×0.004 0.036×0.004	0.042×0.007 0.034×0.004	0.042×0.005 0.028×0.004	0.021×0.003
	Average	0.034×0.004	0.036×0.004	0.038×0.006	0.034×0.006	
	L	0.042×0.004 0.027×0.004	0.035×0.004 0.032×0.003	0.044×0.007 0.033×0.004	0.038×0.005 0.039×0.005	0.018×0.003
	Average	0.034×0.004	0.033×0.003	0.038×0.006	0.038×0.005	

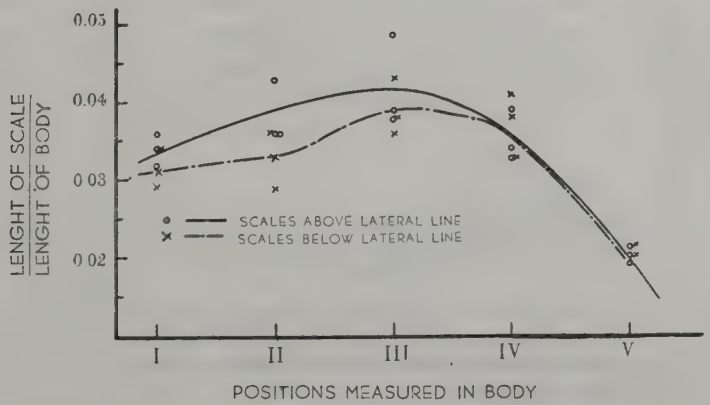


Figure 22. Relation between the size of scales and the position of body from which scales were collected.

即ち鱗が全体に発生した体長に就いて各測定部位の鱗の大きさを比較すると第Ⅲ区が最大で

第Ⅴ区が最小で第Ⅲ区を中心として第Ⅱ区，第Ⅳ区，第Ⅴ区の順位に小さくなる傾向が見られる。鱗の大きさが体長 20cm程度迄は成長に比例するから（第22図）鱗の大きさが大きい程小さいものに比較して発生時期が早いことが立証される。換言すれば第Ⅲ区が最も早く発生し第Ⅴ区が最も遅く発生する。而して側線の上下両面に於いても同様の傾向が見られ，鱗の大きさから比較すれば上面が大で下面が小であるから，下面よりも上面の方が発生が早いもののようである。

体長と鱗の各測定部位に於ける発生の状況との関係は第114表に示す通りである。

Table 114. Relation between the appearance of scale in each position and the body length.

Positions \ Body length (cm)	5.6～14.0	14.8	15.7	15.9	16.9	17.6	19.7	21.8	20.5
I	—	—	—	—	—	—	—	+	+
Ⅱ	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Ⅲ	—	—	+	+	+	+	+	+	+
Ⅳ	—	—	—	—	±	±	±	+	+
Ⅴ	—	—	—	—	—	—	±	+	+

即ちこれによると鱗の初期発生の部位は最初に肛門附近上部の側線に沿つて上部及び下部であつて，肛門よりも後方に偏する傾向がある。かかる事実は鱗が全面に発生した魚体に於ける尾部即ち第Ⅴ区の鱗の成長輪は一列であるのに対し第Ⅲ区のものでは成長輪は已に3列形成され又第113表に示すように鱗の大きさを比較しても明らかである。鱗の初期発生部位の組織学的所見は上述した通りの形態学的検査を裏付けるものである。即ち体長 17.3cm の体中央部の横断面の所見では，鱗影を認めないが，体長16.3 cm の個体では同様な位置に於いて側線の上下に沿つて一列のみ鱗の初期片が見られ（図版Ⅲ—9参照）第Ⅳ，Ⅱ各測定部位では認められない。然して胸鰭基部から背鰭基部間の腹部は鱗の発生が最も遅い部分のようである。

体長（B）と第Ⅲ区に於ける鱗数（Sn）との関係を図示すれば第23図の通りである。

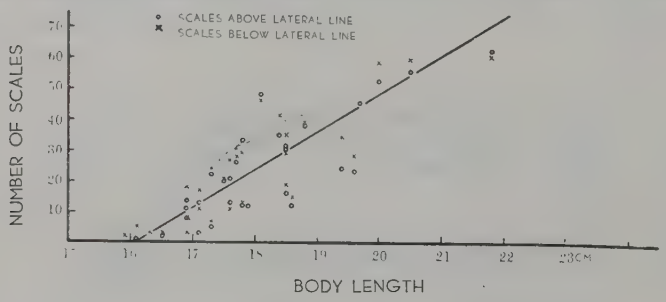


Figure 23. Relation between the number of scale and the body length.

即ち体長 22cm 迄の測定範囲に於ては両者の関係は $B = aSn$ で表わされ，a の係数を求めれば $B = 0.081\,Sn$ の関係式が成立する。

体長（L）と鱗長（S）及び鱗巾（lw）との関係を図示すれば第24，25図の通りであつて両者の関係は次式で示される。

$$L = 13.556\,S^{0.345} \quad \text{及び} \quad L = 15.325\,lw^{0.463}$$

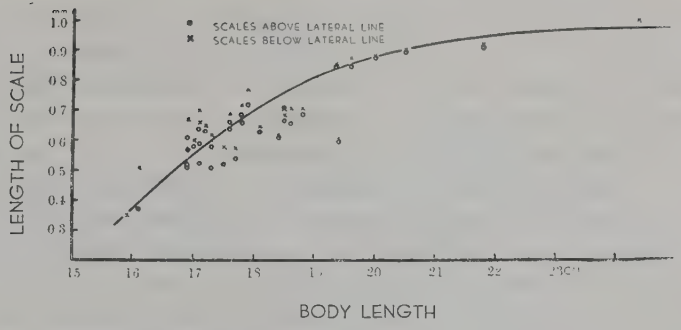


Figure 24. Relation between the length of scales and the body length.

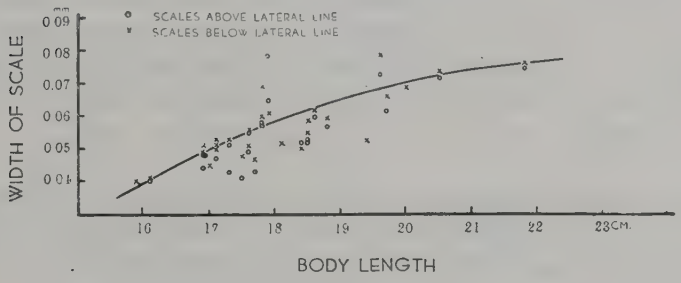


Figure 25. Relation between the width of scales and the body length.

成長輪の発生は体長 16cm 程度から見られる。而して体長の増大に伴つて成長輪が増加する。（第26図）然し可成り変異があつて体長約 7 cm 程度のズレがある。

成長輪 2 列は 17cm，3 列は 20cm，4 列は 23cm，5 列は 25cm からそれぞれ発生する。同一個体の各部に於いて成長輪数に変化がある。即ち鱗の発生する最初の部位が他に比して最も多く，尾部と胸鰭基部と背鰭基部間の腹面部が最も少ない傾向が窺われる。

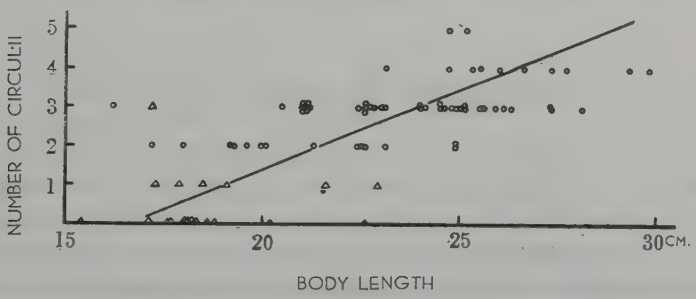


Figure 26. Relation between the number of circulii and the body length.
○, scales above lateral line. △, scales below lateral line.

4. 考　　察

体長と鱗の発生状態即ち鱗数，鱗の大きさ（鱗長，鱗巾），成長輪数等との関係によると，鱗の出現率は明らかに体長と密接な関係があるが（第109表），飼育期間と鱗の発生率との関係では（第110表）相関々係が認められなく，1カ年間飼育したものにあつても鱗の出現しない率は 67.2% で，成長量の良好な群では 10%，成長の悪い群では鱗の発生が全く見られないで，成長量と鱗の発生率とは密接な相関々係が認められる。即ち鱗の発生は一定の体長に到達して見られ，その最小体長は 14.4cm を示したが，発生率は鱗発生限界体長に達する迄の成長度に支配されるというべきである。従つて1カ年飼育した場合に於ける鱗の発生率は鱗発生限界体長に達した個体の出現に支配されている。本実験に於ける鱗発生最大体長は 20.2cm を示す異例はあるが，此等は第Ⅱ群の寄生蟲により著しく成長を阻止された群中に生じたものであり，且この寄生蟲の内，微胞子蟲類は表皮及び筋肉中に寄生する点から，これ等の寄生蟲によつて鱗の形成が遅れたものと解すべきが至当であろう。鱗初期発生部位は肛門附近側線に沿う上下の部分であることは鱗長，鱗の出現状況，成長輪列数等から証明され，成長に伴つて肛門附近の側線を中心として体の前後及び上下に発生し，最も遅い部位は尾部並びに胸鰭基部背鰭基部間の腹面部である。鱗が発生する最小体長は日本産鰻に就いて丸川(1916a) は 14.9 cm としたが，本実験では 14.4cm であつて，大体 14.4～14.9cm 範囲内にあるものと見るべきである。

中井，松井（1926b）は鮎 *Plecoglosus altivelis* T.and S.の鱗の初期発生部位は尾部側線上からであり，吉田（1927a,b)(1928）はうるめいわし *Etrumeus micropus* T. & S. このしろ *Clupanodon punctatus* G. & S. 及びブルバンチー *Thrissa purava* H. に於て同様な観察をなした。従つて鰻は此等の魚類とは初期発生部位を異にし，発生学的に興味がある。以上の点から鱗に生ずる年輪に依つて年令査定適否を考察するに，丸川（1916a）は日本産鰻に就いて，EHRENBAUMと丸川（1913）は欧洲産鰻に就いて，何れも鱗令は耳石の年令よりも不確実であるとしたが，前述の通り鱗の発生する最小体長までの時期即ち成長度が根本的である。丸川（1916a）に依れば，鱗が発生する最小体長 14～16cm に成長するのにシラス鰻が遡河後満3年を要する事は尊ら畸形的成長度を示すものか又は耳石の年令査定の誤謬と見るべきであつて，徳久（1915b）（1916）（1917）の所説と全く一致する。この事は著者の別の実験（養殖技術の基準「第3篇第1章」，成長と外部形態との関係「第4章」）で明らかである。

所謂ダツコ鰻或はダツコ又はクロツコと称せられる，シラス鰻遡河の初期又は盛期に体色素を生じ，黒色不透明である体長 10cm 内外の稚鰻が混在し，之を1カ年以上河川に棲息した体長 20cm 内外の所謂メソツコ，ハリメソ等と区別して居るが，著者（1926a）は之が生態を究明し，遡河後1カ年を経過し成長度の極めて遅く，天然の状態に於いても養成の状態に於いても成長の障害を受けたものである場合と，早期（10月下旬～12月上旬）に遡河又は海辺に洄游したものゝ2型のある事を明らかにした。而して第1型に属すべき型のものは畸形的成長度を示すものであつて，全体の数量から見れば極めて低率を示すものである。假に之が鱗発生最小体長に成長するのに最も遅くて遡河後3年（養殖技術の基準「第3篇第1章」）を要するものとしても 1～3 を鱗輪に加算すればよいのである。かゝる鱗は形態的に天然と養成を問わず痩せ細つた形を有するから，正常のものでは 0～1 の誤差が鰻令にあるものと思考される。而し

て鱗に依る年令査定に使用する材料は肛門附近の側線を中心とする上下層より採集するを要すことは，鱗初期発生部位より考えて適当である。

5. 摘　　要

1. 鱗が発生する最小体長は 14.4cm～16.9cm である。
2. 鱗が体の全体に発生する体長は 21cm 以上である。
3. 鱗の発生率は成長量に関係し，飼育日数とは無関係である。
4. 満1ヵ年間シラス鰻を同一条件の養殖技術で飼育した結果，鱗の発生率は成長良好な群では 90%，最も悪い群では0%，中等程度では8%，平均では 32.7%を示した。
5. 初期の発生部位は肛門から稍々後方の側線の上下各1列で成長に伴つて側線に沿つて前後上下に拡大して行き，尾部，胸鰭基部及び背鰭前端基部間の腹面部が最も遅い。
6. 鱗長と鱗巾及び成長輪数は成長と密接な関係がある。
7. 体長と鱗長との関係式は　$L = 13.556\ S^{0.2450}$
   体長と鱗巾との関係式は　$L = 15.325\ Iw^{0.463}$ である。
8. 鱗令に依る年令査定の誤差は0～3年，一般に0～1年である。

第八章　鰻の耳石の大きさ並びに輪紋と成長との関係

Chapter VIII. Relation Between the Otolith Size and the Circulii of Eels and its Growth.

1. 既往の業績及び研究目的

MAIER (1908) は魚類の耳石に現われる輪紋が年令を示すものであるとして海魚の年令査定に耳石を適用することを提唱し此の方法の確実なることを証明した。

鰻に就いては EHRENBAUM と丸川 (1913) が *Anguilla anguilla* の年令とその成長度を研究した結果，年輪を認めこの輪数が年令を示すことを飼育実験に依つて確証した。丸川 (1916a) は *Anguilla japonica* の年令査定は耳石が最適であるとした。

著者は耳石に現われる輪紋から鰻の生態を窺知し，併せて耳石の大きさから年令査定を簡便になすべく本研究を試みた。

供試材料は成長と外部形態との関係（第4章）及び雌雄に依る形態的差異（第1章）に使用したものと同様である。

2. 実　験　方　法

鰻の耳石には内耳の小嚢 (Utriculus) 中に存在する石灰質の楕円球状体である扁平石 (Sagitta) 他に後半規管と側半規管の合する所に小形の礫石 (Lapillus) (扁平石の約 $\frac{1}{10}$) 及び小嚢の前側面の附属小嚢内にある1個の星形石 (Asteriscus) とがあるが (第27図) 後二者の形状は何れも薄い扇状の小片で軟骨状を呈し，年令査定には効果がないが，前者は石灰質

で輪紋を認め得られる。

本研究にはすべて小嚢中の扁平石を供試した。耳石の薄片標本はシラス鰻では 70% アルコ

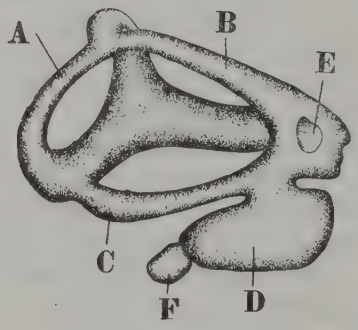


Figure 27. Structure of the inner ear and the otoliths.
A, anterior oblique semicircular canal. B, posterior oblique semicircular canal. C, horizontal canal. D, sacculus (sagitta) E, lapillus F, lagena (asteriscus).

ホルから逐次無水アルコホルに移しキシロール液に入れバルサムに封入して最微粒コンゴウ砂又は油砥石で磨擦して製作し，大形の耳石では指端で磨擦して製作し，シイラックス又はバルサムに封入し検鏡し，また参考に薄片標本を製作することなしに無水アルコホルで脱水後乾燥し，検鏡に際してキシロル液を滴下し耳石内に液が浸透する経過を観察することに依つて輪紋の構造を測定した。

3. 耳石の大きさと体長との關係

耳石の核の中心から短軸の巾を耳石の大きさ（O1）とし，これを mm で表わし，体長（L）を cm で表わし，両者の対数の関係を示すと第28図の通りである。

両者の関係は次式で表わされる。

$$O1 = 0.0792L^{0.853} + 1.26 \pm 0.11$$

而してレプトセフアラス時代の耳石に就いては全く不明であるが体長 5.6cm 以上の供試材料に依る耳石の成長の傾向はレプトセフアラス時代にも認められても差支がなかろうかと推察され，若し此の假定が許されるならば其直線関係から耳石が形態的に発生する体長を推定すると 1.26±0.11cmとなる。

魚類の初期発生中に耳石の発生が認められる事実からしてかかる假定は発生学的にも認められることであろう。

SCHMIDT (1925a)の *A. anguilla* 及び *A. rostrata* のレプトセフアラスの游泳層は体長 0.7～1.5cm のものは 200～300米層で孵化後間もないものである点からして *A. japonica* の耳石の初期的発生の体長が 1.26±0.11cm であることは妥当であろう。

耳石の大きさは成長と密接な関係があり，耳石の形態と成長との関係を溯河後1ヵ年間飼育した材料に依つて示すと第115表の通りである。

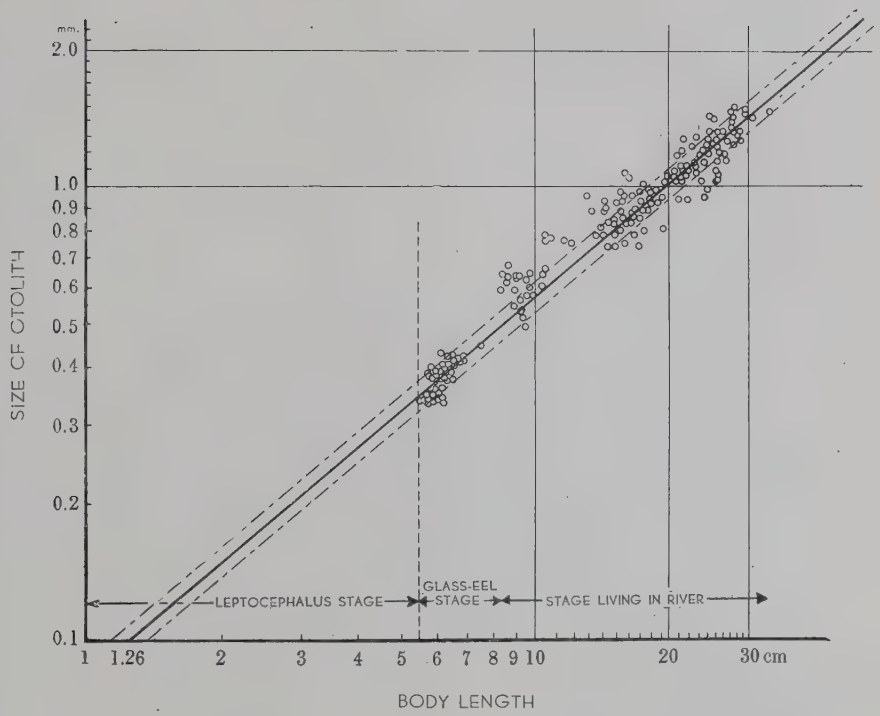


Figure 28. Relation between the size of otolith and the body length.

耳石の大きさはシラス鰻時代は略体長に比例して成長するが遡河後は体長の増長が速やかで

Table 115. Relation between the size of otolith and the body length.

Groups	Group Ⅰ	Group Ⅱ	Group Ⅲ	Group Ⅳ (glass-eel)
Average body length (cm)	21.96±0.21	13.70±0.14	9.58±0.06	5.98±0.02
Size of otolith = (Lb) mm	1.061±0.001	0.876±0.001	0.659±0.001	0.383±0.001
$\frac{\text{Body length}}{\text{Lb}}$ = (A)	46.50	41.29	32.62	36.62
$\frac{\text{La}}{\text{Lb}}$	0.637	0.614	0.515	0.464
$\frac{\text{La}}{\text{Lb}} \times \text{A}$	2.928	2.529	1.690	1.693

Remarks : La showing the radius in large axis of otolith sedimented during one year after the glass-eels were cultured. Lb showing the radius from nucleus to edge of otolith in large axis.

耳石の増大はこれに対し緩漫なるために両者の関係は抛物線をなす。成長に伴う耳石の大きさの変化を $\frac{\text{体長}}{\text{耳石の大きさ}}$ の比に依つて見ると，成長の最も良好な第1群が最大で，第2群がそれに次いで大であるが，第3群と第4群を比較すると第3群の年令は第4群よりも少くとも一カ年多くて而も成長度の劣悪な群で，耳石の大きさが成長と比例しないことが判る。この原因

は成長劣悪に依る耳石成層に必要なカルシユウム量の不足に基くものと考えられる。而して $\frac{La}{Lb}$ 及び $\frac{La}{Lb} \times \frac{体長}{耳石の大きさ}$ の係数に依つて鰻の成長と耳石の成層とは密接な関係があつてシラス鰻放養後の成育状況は成層に依つて明らかに窺知せられる。

4. 輪　　紋

シラス鰻の耳石の薄片標本の所見に依る輪紋の構造は，核から半径の約 $\frac{1}{2}$ 迄の円圏内は稍透明で，中央の核は稍不透明である。核の直外方に略等間隔に2本の同心円が濃い線に依つて劃される。核の外側には透明輪帯がありその外層には半透明輪帯があつて，その外層に狭い透明輪帯がある。外輪附近に至つて更に半透明輪帯がある。（第29図）

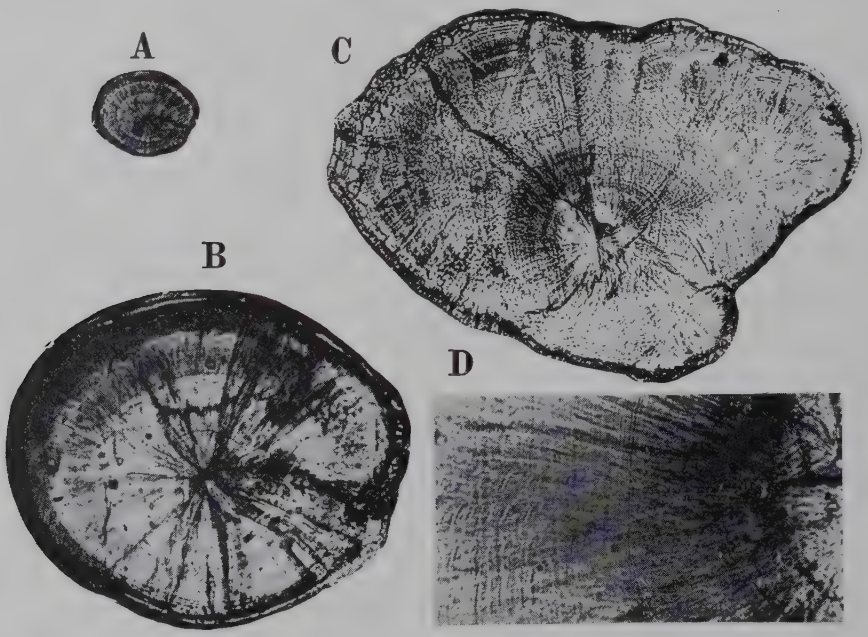


Figure 29. View of the sections of the otolith.

A, otolith of glass eel immediately after upstream (body length 6.3 cm, body weight 0.14 gr) × 80. B, enlarged view of A. × 280. C, otolith of eel cultured during one year (body length 27.7 cm, body weight 33.0 gr) × 80. D, enlarged view of C. × 240.

即ち溯河時のシラス鰻の耳石には2透明輪帯と2半透明輪帯が認められる。此等の透明輪帯と半透明輪帯は飼育実験の結果夏冬に依つて形成される季節的生産に基く成層とは濃密の程度を異にし，著しく疎にして全体的に透明輪層の所見と一致する。従つて溯河前に成層される此等透明及び半透明輪帯は季節的生産と見做すよりも寧ろ耳石が形成されて経過したレプトセフアラスの環境の変化に起因するものと見るべきであろう。

即ちレプトセフアラスが初冬乃至早春孵化後海洋の第1次及び第2次躍層間で経過後耳石が

成長する時期は已に第1次躍層以浅の表層に生活し而もかかる環境は水溫の変化が著しく且餌料となる浮游生物の量が豊富であつて，第1次及び第2次躍層とは夫等の条件が異なる。即ち孵化後からシラス鰻となる変態過程中には水溫に就いては低溫から上昇期と最高溫度から下降期に伴う水溫の変化と，洄游中の鹽度の変化に基く水溫の変化が挙げられる。餌料となる浮游生物も同様に洄游中に経過する海域に依つて量的相違が認められ，此等の複雑な環境要因に基いてそれに応ずる耳石の成層をなすものと考えられる。従つてこれ等の輪紋は約1ヵ年間に形成されたものであつて年令を示すものではない。即ちこの輪紋は環境の変化に依つても生ずるもので，著者は少くとも次に述べる2つの場合には形成され得ることを実験した。

Figure 30. Two forms of fry.
A, glass-eel so-called "Shirasu-unagi". B, older glass -eel or elver, so-called "Dakko"

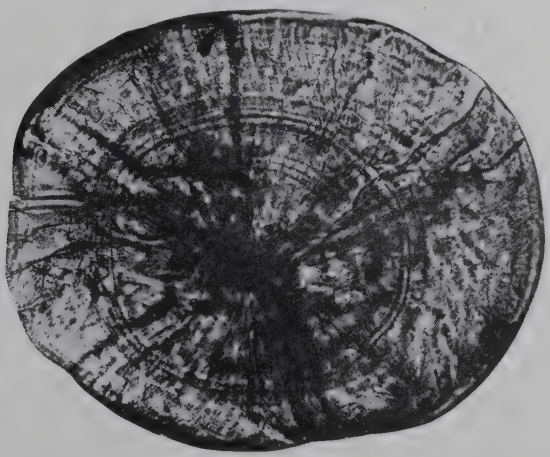


Figure 31. Section of otolith of Dakko (≒ 80).

昭和10年12月14日静岡県磐田郡福田町，太田川の河口（海岸から約1町半位の場所）の水面で集魚燈の下に集つて来たシラス鰻に混じて2尾の所謂ダッコを採集した。該鰻の大きさは

8.02cm, 0.57gr; 7.55cm, 0.49gr で，体色は蒼黒色，腹部は淡褐色を呈し，体は丸味を帯び比較的肥満し，鱗は未だ形成されていない。シラス鰻の平均体長 5.62cm に比して僅かに大である。(第30図参照) 体長 7.55cm のものの耳石 (第31図) の大きさは 0.520×0.428mm でシラス鰻の耳石の平均の大きさ 0.383±0.001mm に比較すれば可成り大形である。耳石の略中央に濃い2条の同心線に依つて劃される輪紋が存在する。これはシラス鰻が遡河当時に形成されたものと考えられる。即ちこの線迄の耳石の大きさは 0.2907×0.253mm でシラス鰻の耳石の大きさに近似する。これを中心に可成り巾の広い不透明輪帯があつて，その外辺に透明輪帯が見られる。前者は冬期又は成長の悪い時に，後者は夏期又は成長の早い時に形成されたものであつて，かかる成層に依つて，該鰻は春期又はそれ以前に遡河したシラス鰻の成長したものであることが明らかである。従つて該鰻は成長度が非常に遅かつたものである。かかる成長度の極めて遅いことは自然の状態のみでなく，シラス鰻養成中屢々実見されることでこれが原因に関し追究し且ダツコと称する鰻には性質を異にする2型のものがあることを已に著者 (1936a) が明かにした。要するに海水から淡水に移行するような環境の急変に対しては輪帯を形成する。

次に環境の変化に伴う成長度の相違はその変化の最も著しい時に細く巾狭い輪帯となつて劃され，此線はシラス鰻を種苗とする養成鰻か天然鰻かの区別の一標準となる。而して養成鰻に特有となる巾狭い輪帯はその時に於ける耳石の大きさから推定しシラス鰻の放養後人工餌料を摂餌し始めた所謂餌付けの時期に出現するもののようである。

5. 摘　　要

1. 耳石の大きさ (O1) mm と 体長 (L) との関係は次式で表わされる。
$$O1 = 0.0792L^{0.853} + 1.26 \pm 0.11\text{cm}$$
2. 耳石が形態的に発生する体長は 1.26±0.11cm と推定される。
3. 耳石の大きさは成長度と密接な関係がある。
4. 遡河直後のシラス鰻の耳石の輪紋には2つの透明輪帯と不透明輪帯が存在するが年令を示す輪帯ではなく変態迄に経過する環境の変化に基いて形成されるものである。
5. 海水から淡水に移行するような環境の変化に基いて明瞭な輪帯が形成される。これに依つて所謂ダツコ鰻に性質を異にする2つの型が認められ，遡河後1カ年を経て而も成長劣悪な型のものを区別することが出来る。
6. シラス鰻が人工餌料を摂餌し始めて急速に成長した時期に細く巾狭い輪紋が形成されシラス鰻を種苗として養成した場合に顕著である点から養成鰻と天然鰻の識別の一標準となる。

第九章　太平洋周辺を中心とする日本産鰻の種類及びその分布と海流との関係並びに *Anguilla japonica* T. & S. の産卵場に関する考察

Chapter IX. On the Species of Japanese Eels Collected in the Pacific Region and its Adjacent Waters, the Relation Between its Distribution and the Ocean Currents, and a Presumptive Breeding Place of *Anguilla japonica* T. & S.

1. 既往の業績並びに研究目的

太西洋，印度洋及び南太平洋産鰻類の産卵場は SCHMIDT (1925) の研究によつて明らかにされたけれども，日本産鰻に就いては未解決で，之に関し 2,3 の假說があるに過ぎない。

著者は成鰻及びシラス鰻の生態並びに下り鰻の生殖腺の研究に基き産卵場の推定をして，これを基礎とした海洋並びに産卵場の調査を行う方針の下に昭和12年以来（昭和16年10月から昭和22年1月に凡る間は中止）現在もあらゆる機会を求めて探究しているが，尙実証の段階には達しない。而して，日本産鰻の分布に就いて研究の結果，分布は海流と密接な関係のあることを証明し，これに加えて従来の研究成果を綜合して産卵場に関して知見を加え且推定産卵場を或る程度限定する事が出来た。

2. 日本産鰻の種類

日本産鰻として石川，高橋 (1914) は *Anguilla japonica* T. & S.; *A. mauritiana* B; *A. sinensis* M (?) の3種類を挙げ，OSHIMA (1919)は台湾産として *A. japonica*; *A. mauritiana*; *A. sinensis* を，森 (1936a,b) は朝鮮産として *A. japonica* 及び *A. mauritiana* の2種類を，又日本産として JORDAN, TANAKA 及び SNYDER (1913)，田中 (1912) (1931) は *A. japonica* 1種類を認めている。

而して *Anguilla mauritiana* Bennett を JORDAN と SNYDER (1901) が *A. japonica* の同種異名であると発表して以来，田中 (1912) 及び JORDAN, TANAKA 及び SNYDER (1913) 等は之を支持し，丸川 (1916a) は *A. japonica* の雌魚であるとした。一方，石川，高橋 (1914)，高橋 (1915) は両者を別種とし，大島 (1919) (1926)，藤 (1930)，中井，松井 (1936a)，宮地(1935)，松原 (1949)，岡田，松原，(1938)，瀧原 (1941) 等は之を支持して居る。

EGE (1933)，宮地(1935)は *A. mauritiana* B. を *A. marmorata* Quoy and Gaimard の同種異名であるとした，著者も之を支持する。

著者は日本の各地の河川，湖沼，潟で採集した天然鰻，吉田実習場，小田原養魚池の養成鰻淵河直後のシラス鰻の材料及び石川，高橋 (1914)，高橋 (1915)，丸川 (1916a)，大島 (1919) 藤 (1930) 等の諸氏の測定結果を一括綜合して両者の形態学的並びに分類学的検討を試みた。

研究方法は鰻の吻端から背鰭，胸鰭，臀鰭各鰭の前端基部迄の距離を夫々各鰭の位置として DF, PF, AF とし，吻端から鰓孔部までの距離を頭長 HL とし，この他吻長(S)，眼径 (ED) 眼隔 (I)，胸鰭の長さ (PL) 体高 (BH) 等を実測し，これ等を総べて全長で除した数値を 100 倍した値を求めて比較した。

A. 外部形態的特徴

Anguilla japonica と *A. marmorata* に就いて体長と各外部形態的特徴との関係を図示すれば第32図の通りである。而して両者の関係が1直線に含まれる関係のものは同種で，異種であれば判然と線の傾き又は線が区別され，両者間の線の巾の広さは変異の巾の大きさを示すものと考える。かゝる見地から第32図を観察すれば *A. japonica* 及 *A. marmorata* に区別される形態的特徴は吻長，眼径，胸鰭の長さ及び背鰭と臀鰭の位置等である。

但し，第二篇 雌雄の形態的差異に関して（第1章）述べたように，雌雄両性間に中間型が存

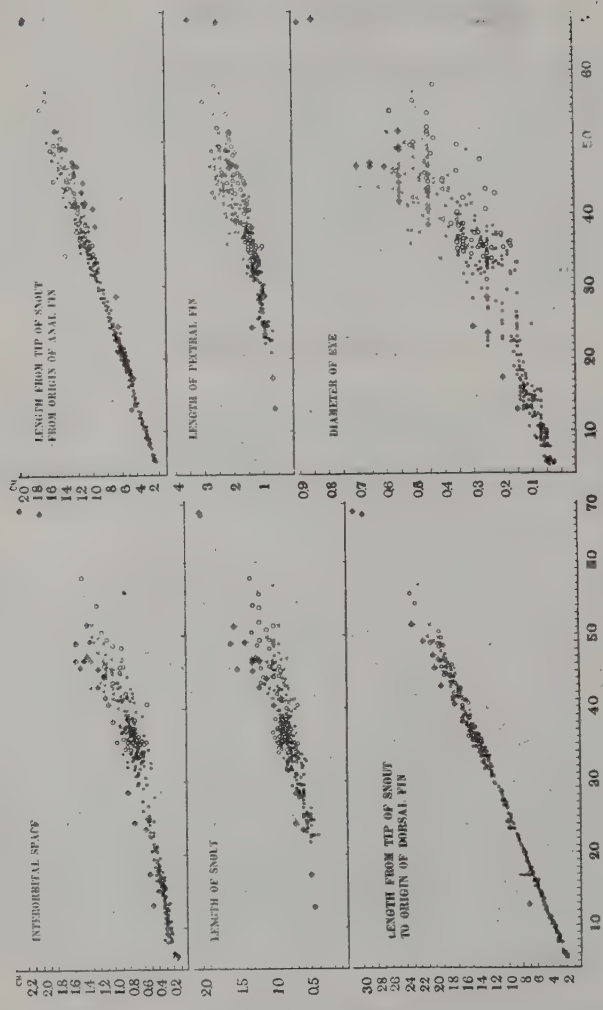

INTERORBITAL SPACE
LENGTH OF SNOUT
LENGTH FROM TIP OF SNOUT TO ORIGIN OF DORSAL FIN
LENGTH FROM TIP OF SNOUT FROM ORIGIN OF ANAL FIN
LENGTH OF PECTORAL FIN
DIAMETER OF EYE
LENGTH OF BODY (cm)

Figure 32. Comparison of external characters between two species, and the same of *A. japonica* in different localities.
Remarks : ⊕ ● *Anguilla marmorata*. ○ *A. japonica* collected in Japan. △ *Anguilla japonica* collected in Formosa. × *Anguilla japonica* collected in Korea.

在すると同様に *A. japonica* と *A. marmorata* との両種間にも中間型が認められ，而も *A. marmorata* の形態的特徴が *A. japonica* の雌魚の形態的特徴に近似的である傾向が窺われる。かゝる点が丸川 (1916a) の *A. japonica* の雌魚とする所説となつたものと思考せられる。

従つて第32図の観察の結果から，*A. japonica* の雌魚の形態的特徴と *A. marmorata* の形態的特徴を比較するのが妥当と考え，両者の生物統計学的検討を試みると次の通りである。

両者の形態的特徴の測定結果は第116表の通りである。

Table 116. Results of measurement about the morphological characters.

Items \ Species	Mean value of *A. japonica*, female(Mj)	Mean value of *A. japonica*(Mm) ※
HL	12.770 ± 0.090	13.190 ± 0.114
DF	30.720 ± 0.329	26.452 ± 0.259
AF	40.099 ± 0.165	42.048 ± 0.133
PL	3.825 ± 0.069	4.133 ± 0.227
S	2.369 ± 0.022	2.809 ± 0.138
ED	0.942 ± 0.015	1.208 ± 0.224
I	1.906 ± 0.006	2.862 ± 0.135
BH	5.171 ± 0.077	6.133 ± 0.249

※ This value was obtained from the results by Takahashi (1915), Ishikawa and Takahashi (1914), without distinguishing male and female.

両者の信頼度（R）を求むれば第117表の通りである。

Table 117. Reliability of several morphological characters.

Items	Mj ～ Mm	$\sqrt{\sigma j^2 + \sigma m^2}$	$\frac{Mj \sim Mm}{\sqrt{\sigma j^2 + \sigma m^2}}$
HL	0.420	0.145	2.9
DF	4.268	0.419	10.2
AF	1.949	0.212	9.2
PL	0.308	0.237	1.3
S	0.440	0.140	3.1
ED	0.266	0.225	1.2
I	0.956	0.135	7.1
BH	0.962	0.261	3.7

Remarks : Mj…Mean value of ***A. japonica*** Mm…Mean value of ***A. marmorata*** σj…Standard error of ***A. japonica*** σm…Standard error of ***A. marmorata***.

即ち，背鰭及び臀鰭の位置並びに眼隔に就いては顯著な相違が認められ，***Anguilla japonica*** は ***A.marmorata*** に比して背鰭の位置が著しく後方に，また臀鰭の位置が前方に位する。従つて背鰭と臀鰭の前端起部間の距離が ***Anguilla marmorata*** は大で ***A. japonica*** は小である。眼隔は ***A. marmorata*** が大で ***A. japonica*** が小であり，吻長は ***A. marmorata*** が長く，体高は高い傾向が認められる。

要するに，石川，高橋（1914）及び高橋（1915）が認めた両者間の形態的特徴の内で背鰭，臀鰭の位置即ち背鰭と臀鰭前端起部間の距離及び眼隔に就いては明らかに相違を認め，両者を別種とするに充分な形態的特徴として挙げられる。但しかゝる形態的特徴に関し両者間に中間型のあることは留意すべき事である。

B. 脊椎骨数

脊椎骨数は種類の分類に重要な因子となる。日本産鰻の脊椎骨の研究は ***A. japonica*** では SCHMIDT (1913) が 115.876±0.062，石川，高橋（1914）が 115.65，丸川（1916）が 115.881±0.001，EGE(1939) が115.792を，***Anguilla marmorata*** では石川，高橋(1914) が 102～107，高橋（1915）が 99～107，EGE（1939）が 104.75を発表し，両者間に著しい相違を認めた。

著者は此等の測定を検討した結果，石川，高橋の数値に若干の誤謬が指摘されたので訂正して置く事にする。（第118表）

第118表の結果を産地別に求めると，第119表の通りである。（第33図参照）

Table 118. Number of vertebrae of *A. japonica*.

Authors / No. of vertebrae	Ishikawa and Takahashi			Marukawa		SCHMIDT	EGE
	Japan	Formosa	Korea	Japan	Korea		
119	1	—	—	2	—	3	6
118	8	2	1	11	4	17	27
117	19	9	—	47	11	43	90
116	28	17	1	123	20	68	134
115	23	12	2	55	7	40	117
114	17	5	—	15	2	23	55
113	3	2	—	5	1	7	6
112	1	1	—	1	—	1	2
111	—	1	—	—	—	—	—
Mean value	115.00±0.091	115.681±0.136	116.000	115.888±0.404	116.111±0.106	115.867±0.062	115.614±0.036

Table 119. Local variation in the number of vertebrae of *A. japonica*.

Number of vertebrae	119	118	117	116	115	114	113	112	111	mean value
Japan (Mj)	6	36	109	219	118	55	15	3	—	115.847±0.035
Korea (Mk)	—	5	11	21	9	2	1	—	—	116.102±0.103
Formosa (Mf)	—	2	9	17	12	3	2	1	1	115.681±0.120

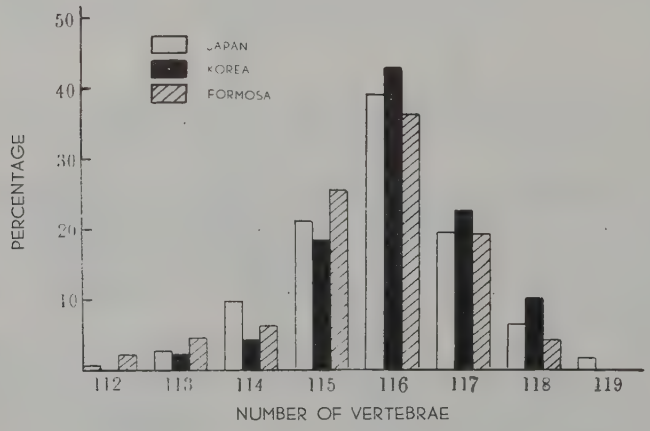


Figure 33. Number of vertebrae of *A. japonica* in three regions.

産地別に信頼度を求めると第120表の通りである。

Table 120. Reliability corresponding to the table 119.

Items	Mj～MK	Mj～MF	MK～MF	$\frac{Mj～MK}{\sqrt{\sigma j^2+\sigma K^2}}$	$\frac{Mj～MF}{\sqrt{\sigma j^2+\sigma F^2}}$	$\frac{MK～MF}{\sqrt{\sigma K^2+\sigma F^2}}$
Reliability	0.255	0.165	0.421	2.3	1.3	2.6

即ち，日本産と台湾産，日本産と朝鮮産及び台湾産と朝鮮産では相違を認めることが出来ない。即ち地方的差異を認め難い。台湾産は僅かに小さい傾向があるが，統計的にはその差異は認められない。EGE (1939) の *A. japonica* の脊椎骨の産地別の測定結果は略同様の結論を

示す。（第121表）

Table 121. Local variation in the number of the vertebrae of *A. japonica*.

Number of vertebrae	Ushibori (1923)	Shanghai(1924)	Swatow (1925)	Hongkong(1925)	Canton (1926)
119	2	1	2	1	—
118	11	4	10	1	1
117	39	19	20	11	1
116	52	18	33	19	12
115	40	25	19	21	12
114	18	13	14	5	5
113	2	1	1	1	1
112	1	—	1	—	—
Mean value	115.885±0.064	115.704±0.093	115.920±0.091	115.695±0.096	115.315±0.119

而して *A. japonica* と *A. marmorata* との間には脊椎骨数に顕著な相違があり，低緯度性で高溫性の *A. marmorata* が小数を示して居る。かゝる相違は次の事実を裏付ける。脊椎骨数が緯度に依つて相違し，低緯度に少く高緯度に多い事実は，GÜNTHER (1862), GILL (1863), JORDAN (1892～1893, 1894, 1905, 1919) に依つて認められたが，HUBBS (1925) は *Clupea pallasi* 及び *Sardinia caerulea* に就いて，ROUNSEFELL (1929)は太平洋ニシン同様の傾向を確認し，更に HUBBS (1922) は実驗的に水溫の影響に基く事を証明した。松原 (1949) は世界鰻類の分布を論じ，西太平洋赤道海域が鰻屬の発祥地と解釈して居るが，EGE (1939) に依る鰻の各種の脊椎骨数の測定結果を整理し，緯度別に配列すると 第122表の通りである。

Table 122. Relation between the number of vertebrae and the Latitude.

Latitude	Species		Number of vertebrae
0° neighbourhood	*A. ancestralis*	EGE	103.32
〃	*A. borneensis*	POPTA	105.50
0° ～ 10° N	*A. bicolor pacifica*	SCHMIDT	107.15
0° ～ 20° N	*A. marmorata*	QUOY & GAIMARD	105.55
〃	*A. celebesensis*	KAUP	103.44
〃	*A. interiolis*	WHITLEY	105.40
〃	*A. bicolor bicolor*	MC CLELLAND	109.53
〃	*A. nebulosa nebulosa*	MC CLELLAND	109.13
〃	*A. nebulosa labiata*	PETERS	111.29
〃	*A. obscura*	GÜNTHER	104.03
〃	*A. megastoma*	KAUP	112.26
0° ～ 40° N	*A. mossambica*	PETERS	102.89
20° ～ 40° N	*A. japonica*	TEMMINCK & SCHLEGEL	115.82
〃	*A. reinhardti*	STEINDACHNER	107.78
〃	*A. australis australis*	RICHARDSON	112.64
40°N neighbourhood	*A. dieffenbachi*	GRAY	112.66
20° ～ 50° N	*A. australis schmidti*	PHILLIPPS	111.70

赤道海域からの系統的洄游上から *A. japonica* と *A. marmorata* の形態的分化を導き出す事が出来る。即ち脊椎骨数の変化の傾向から見ても *A. marmorata* が *A. japonica* よりも鰻屬の原種により多く近似し，*A. japonica* が *A. marmorata* より分化したものと解される。

C. 歯　　列

GÜNTHER (1861) は *A. japonica* には頭骨歯に縦走溝を欠くとしたが *Anguilla japonica* 及び *A. marmorata* 共に縦走する明瞭な凹溝に依つて2歯帯に分れ，外側歯帯に

1列～2列の犬歯を具えて居る。而して，EGE (1939) に依ると外側歯帯の長さに対する，内側歯帯の長さの比は *A. japonica* では雌魚は 82%，雄魚は 84% であり，*A. marmorata* では 70% であり，両者間に明らかに相違が認められる。

以上に述べた外部諸形態の区別に依つて *Anguilla japonica* と *A.marmorata* を別種類と認め，既往の業績を次の通り査定した。(×印は文献を直接引用せず)

1. *Anguilla japonica* Temminck & Schlegel

Anguilla japonica T. and S. 1847, Fauna japonica, Pisces; BLEEKER×,1853, Verh. Bot. Gen., 25. (51); KNER×, 1867, Reise Novara, Fisch; SAUVAGE and THIERSANT×, 1874, Ann. Sci. Nat. Zool, ser. 6; MARTENS×, 1876, Preuss Exped. Ost. Asien, 1; MOLLENDORFF×,1877, Jour., North China Branch Roy. Asiat. Soc.; PETERS×, 1880, Monat. Akad. Wiss. Berlin; KAROLI×, 1881, Termerz. Fugetek Budapest, 5; JORDAN and SNYDER, 1901, Proc., U. S. Nat. Mus., 23; SNYDER, 1912, Proc., U. S. Nat. Mus., 40 (1836); JORDAN and METZ, 1913, Mem., Carneg. Mus., 6 (2); TANAKA, 1912, Figures and Descriptions of the fishes of Japan, 9; JORDAN, TANAKA and SNYDER, 1913, Journ., Coll., Science, Tokyo Imp. Univ., 33; ISHIKAWA and TAKAHASHI, 1914, Journ., Coll., Agric. Tokyo, 4; WEBER, 1912, Zool. Jahrbücher, Supp., 15; FOWLER, 1920, Proc., U. S. Nat. Mus., 58 (2338); OSHIMA, 1919, Ann., Carneg. Mus., 12; EVERMANN and SHAW, 1927, Proc., Calif. Acad., Sci., ser. 16 (4); NICHOLS and POPE, 1927, Bull., Amer. Mus. Nat. Hist., 54; WU, 1929, Cont., Biol. Lab. Soc., China, 5 (4); SHAW, 1930, Bull., Fan. Mem. Inst. Biol., 1; CHU, 1931, Biol. Bull., St. John Univ., 1; 1935, West Lake Museum; LIN, 1932, Ling Sci. Jour., 11 (1); 1936, Bull., Cheking Prov. Fish. Exp. Stat., 2 (5); EGE, 1939, Dana-Report, 16;

Anguilla bostoniensis GÜNTHER 1870, Cat. Fish. 8; 松原, 1892, 北越河漁調査報告; ISHIKAWA, 1895, Zool. Magazine, 7 (82); ISHIKAWA, 1897, Preliminary Catalogue of Fish in the Collect., Nat. Hist. Depart. Imp. Mus., JAPAN.

Anguilla vulgaris Turt

ISHIKAWA, 1895, Zool. Mag., 7 (82); ISHIKAWA and MATSUBARA, 1897, Prel. Cat., Fish. Col., Nat. Hist. Dep. Imp. Mus., JAPAN; ISHIKAWA, 1898, Annot. Zool. Jap., 2.

Anguilla remifera JORDAN and EVERMANN, 1903, Proc. U. S. Nat. Mus., 25 (1289).

Anguilla sinensis JORDAN and RICHARDSON, 1909, Mem. Carneg. Mus., 4 (4).

Muraena japonica (Schlegel). FOWLER, 1928, Proc. Bishop. Mus., 10; FOWLER, 1932, Hongkong Nat., 3 (1); LIN, 1936, Bull., Chek. Prov. Fish. Exp. Stat., 2 (5).

2. *Anguilla marmorata* Quoy and Gaimard

Anguilla marmorata QUOY and GAIMARD, 1824. EGE, 1939, Dana-Report, 16.

Anguilla mauritiana BENNETT, 1831, Proc. Comm. Zool. Soc. London, P 128; GÜNTHER, 1870, Cat., Fish., 8; WEBER, 1912, Zool. Jahrb. Fistschr., 15; WEBER and BAüFORT, 1916, Fish. Indo-Aust. Archipelago, 3; OSHIMA, 1919, Annot. Zool. Jap., 11 (1); NICHOLS, 1928, Bull., Amer. Mus. Nat. Hist., 58; CHEN, 1929, Bull., Biol., Dep. Sun. Yat-Sen Univ., 1 (1); CHU, 1931, Biol. Bull. St. John. Univ. 1; ISHIKAWA and TAKAHASHI, 1914, Jour., Coll. Agr., 4 (7); TAKAHASHI, 1915, Jour., Coll. Agr., 6 (2); JORDAN and EVERMANN, 1903, Proc., U. S. Nat. Mus., 25 (1289); EVERMANN and SEALE, 1907, Bull., U. S. Bur. Fish., 26; SEALE and BEAN, 1907, Proc., U. S. Nat. Mus., 33 (1568); HERRE, 1923, Philip. Jour., Sci., 23 (2).

Anguilla manabei JORDAN, 1913, Proc., U. S. Nat. Mus., 44 (1957).

Muraeus mauritiana (BENNETT), Lin, 1936, Chek. Prov. Fish. Exp. Stat., 2 (5); FOWLER, 1928, Monograph., Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 2.

Muraena manilensis BLEEKER, 1864, Ichthyol., 4; JORDAN and EVERMANN, 1903, Proc., U. S. Nat. Mus., 25 (1289); JORDAN and RICHARDSON, 1909, Mem., Carneg. Mus., 4 (4).

Anguilla sinensis MCCLELLAND, 1844; ISHIKAWA and TAKAHASHI, 1914, Jour., Coll. Agric., 4 (7); JORDAN and EVERMANN, 1903, Proc., U. S. Nat. Mus., 25 (1289); JORDAN and RICHARDSON, 1909, Mem., Carneg. Mus., (4).

Auguilla latirostris GÜNTHER, 1870, Cat., Fish., 8.

3. 太平洋周邊を中心とする日本産鰻の分布

SCHMIDT (1925a) は印度洋及び太平洋全域に於ける分布を，1927年には Tahiti 及び New Zealand に於ける分布を，1928年には濠洲全域に亘つての分布をそれぞれ概括した。松原 (1949) は世界産各種の鰻の分布を論じ，更に分布を支配する要因を総括した。即ち，太平洋周辺—太平洋並びに印度洋を中心として之に囲繞される水域—には21種類の鰻が報告され而も此等鰻鱺の内，印度洋に関聯を有する海域に9種類，太平洋の夫れに凡そ13種類で，ニューギニヤの北部からモルツカ海に亘つては少くとも7種類の鰻が分布し，世界の何処よりもこの地方が鰻の種類が豊満であり，且，鰻鱺に含まれるあらゆる代表種が分布する。この様に太平洋赤道部に多数の種類が集中し，而も其れ等が複雑な分布を示す事実は，この地方が鰻鱺の発祥地であるとした。

著者は太平洋に於ける日本産鰻の分布を更に詳細に究め，本種の系統的，自然的分布を明らかにしようと試みた。

太平洋及び印度洋に於ける鰻鱺の分布を図示すると第34図の通りである。

而して従来諸学者に依つて記載された日本産鰻類の採集地は次の通りである。

a. *Anguilla japonica* Temminck and Schlegel

TEMMINCK and SCHLEGEL, 1847, 長崎; BASILEWSKY, 1855, Peking; KNER, 1865, Shanghai; BLEEKER, 1853, 1867, China, Japan; GÜNTHER 1870, 1898, North China, Manchuria-Newchwang, Formosa, Japan; SAUVAGE and THIESSANT, 1874, China; MARTENS, 1876, Shanghai; MOLLENDORFF, 1877, Chihli; PETERS, 1880, Ningpo; KAROLI, 1881, Ningpo; ISHIKAWA, 1895, 1897, Japan; MORRISON, 1898, Manchuria Yingkow; JORDAN and SNYDER, 1901, 横浜, Sasuna, Tsushima; JORDAN and EVERMANN, 1903, Holoto, 台湾; JORDAN and STARKS, 1906, Miyanoura, Yakushima; JORDAN and RICHARDSON, 1909, 高雄, 台湾; FRANG, 1910, 横浜, Oyama; SNYDER, 1912, 室蘭, 塩釜, 東京, 三崎; TANAKA, 1912, TANAKA and SNYDER, 1913, 函館から長崎; JORDAN and TANAKA, 1927, 石垣; JORDAN and METZ, 1913, 釜山, 水元; ISHIKAWA and TAKAHASHI, 1914, 日本, 台湾, 朝鮮; JORDAN and THOMPSON, 1914, 三崎, 岡山; 丸川, 1916, 日本内地, 北海道; JORDAN and HUBBS, 1925, Japan, Soochow (China); FOWLER and BEAN, 1920, Soochow; SCHMIDT, 1925, 日本, 台湾; EVERMANN and SHAW, 1927, 上海, 香港; NICHOLS and POPE, 1927, Nodoa, Hainan; NICHOLS, 1928, Tungting Lake, Fuken; OSHIMA, 1919, 台南; 1920, Tozen River, Sintiku, Ako Lake, Candidins; TCHANG, 1928, 1929, 南京, Soochow, King-In, Wusih, Chingkiang; MORI, 1927, 1928, Liaoho, Yaru River, Saohokaw, Tie-ling, Yinkaw, Lienshankwan, 1937, 壹岐島; FOWLER, 1929, Shanghai, Hongkong, Newchang, Amoy, Hangchow, Ningpo, 台湾, 日本; WU, 1929, Amoy; CHU, 1930, 1932, West Lake; SHOW, 1930, Shing Tsong, Kashing-Fu. Chekiang Province, Soochow; HERRE and MYERS, 1931, Cantong; HERRE, 1934, Hongkong; LIN, 1932, 1936, Heungchow, Kwangtung, Canton, Hongkong, Tsien Tang, Kiang, Tinghai; P. SCHMIDT, 1931, 三崎, Yonge-River, Korea; KIMURA, 1934, 1935, 1936, Soochow, Kiangiu, Wu-Si, Kiangsu Province, Kinkiang, Kiangsi Province; MORI and UCHIDA, 1934, 大邱, 京城, 平壌; 遠山, 1937, 小笠原島, 八丈島, 三宅島; CHEVEY and LEMASSON, 1937, 東京(仏印)地方; FU and TCHANG, 1933, 開封; 池田, 1936, 1938, 小河原沼, 筑後川, 矢部川, 五ケ瀬川, 酒谷川; 今西, 1932, 吉野川; 蒲原, 1934, 土佐; 片山, 1940, 富山湾, 1941, 円山川; 小池, 1936, 福井; 越田, 1908, 猪苗代湖; 黒田, 1931, 静浦; 野沢, 1892, 石狩以南の諸川, 日高の 2.3 の河川; 岡田, 池田, 1938, 北部北海道, 東北地方; 1913, 宮古島; 田中, 1929, 東京, 1930, 岡山; 宮地, 1935, 信州.

b. *Anguilla marmorata* Quoy and Gaimard

BENNETT, 1831, Mauritus; GÜNTHER, 1870, East Indies; BLEEKER, 1873, China; WEBER, 1912, Hongkong, 1913, Menado, Celebes, Nabalina, Nusa Laut; 石川, 高橋, 1914, 日本の中部及び南部, Bonin Islands; 高橋, 1915, Bonin

Islands; WEBER and DE BAEUFORT, 1915, New Caledonia, Dutch East Indies, 1916, Sumatra (Lant, Tawar Lake of Manindjan, Padang), Simalar, Nias, Java (Batavia, Buitenzorg, Tijibulus, Perdana, Tjibiliong, Kowawang, Tjitjurup, Tjitarik, Kuningan, Djennber), Borneo, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Timor up to 700m, Wetter, Babber, Celebes, (Makassar, Lake of Tempe, Dongala, Lake of Posso, Menado, Tondano, Klabat di Atas), Saleyer, Togian Islands, Buru, Ambon, Nusa Laut, Batjan, Ternate, Halmahers, Rawak, New Guinea (River Mamapiri, Klipong, Tawarin, near Humboldt Bay, German New Guinea), West Pacific Islands, River Mary in South Australia, Honkong, Philippines, Formosa, Andaman Islands, Ceylon, Mauritius, Johanna Island, Natal Mossambique, Zauziber, German East-Africa, Mowa (Malay, Batavia), Lubang (Sundan), Ikandenog; OSHIMA, 1919, Kachek, Tainan, 1920, Giran, 1926, Ako, Daito, Sinkaiyen; HERRE, 1932, Calayan; DELSMAN, 1927, Java; NICHOLS, 1927, Hainan, 1928, Fukien; GHEN, 1929, Fuken; FOWLER, 1925, Guam, Saomoa, 1928, Guam, Samoa, Kusaie, Polynesia, Marshall Is., Ascension Is. (Marshall Is.), Caroline Is. Society Is. 1932, China, 1938, Roa Reposa Bay, Fatu Hiva, Marquensas Is., East Indies, Philippines, Micronesia, Polynesia; FOWLER and BEAN, 1922, Zamboanga (Philippine); MORI and UCHIDA, 1934, 済州島; 森, 1936, 朝鮮; LIN, 1936, Chekiang (Chusan), Fukien, Kwangtung, Johanna Island, Zanibar, German East Africa, Mozambique, Natal; ROXAS and MARTIN, 1937, Philippine; 鹿野, 1931, 紅頭嶼; 遠山, 1937, 小笠原島; 淺野, 1939, パラオ島, ポナペ島; 松井, 1949, 天草, 1938, Markassar, North Borneo, Tawao, Timor Island; ABE, 1939, Palao; 原田, 1943, 海南島 昌江; 池田, 1938, 宮崎県; 浦原, 1934, 土佐, 浦戸湾; 宮地, 1935, 和歌山, 大阪; 田中, 1930, 岡山県津山附近; 岡田, 池田, 1939, 宮古島; 宇井, 1929, 紀州; HERRE, 1923, Philippine (from Calayan, North of Luzon as far south as Jolo), 1931, Bangled, Abra Province, 1936, Atuona, Hiva Oa Is. Marquesas, Tahiti, Papenoo River, 1939, Ponape, Kusaie, STEINDACHNER, 1903, Halmaheira; GÜNTHER, 1910, Solomon Island, Marshall Island, Society Islands; SCHMIDT, 1925, Pelew Island, Marianne Islands; KENDALL and GOLDSBOROUGH 1911, Caroline Islands; SEALE, 1907, Philippine, 1935, Suva, Fiji Is.; EVERMANN and SEALE, 1907, Tarlac (Philippine); JORDAN and SEALE, 1906, Samoa Islands, Johanna Is., Fiji, East Indies, Waigui, Tahiti, Ovalau; WHITLEY, 1928, Melanesia.

而して，*A. marmorata* の未発見の場所として報告されたものは次の通りである。

WEBER and BEAUFORT, 1916, Salibabu, New Guinea の中部及び南部沿岸, Australia, New Zealand; JORDAN and EVERMANN, 1905, Sandwich Island

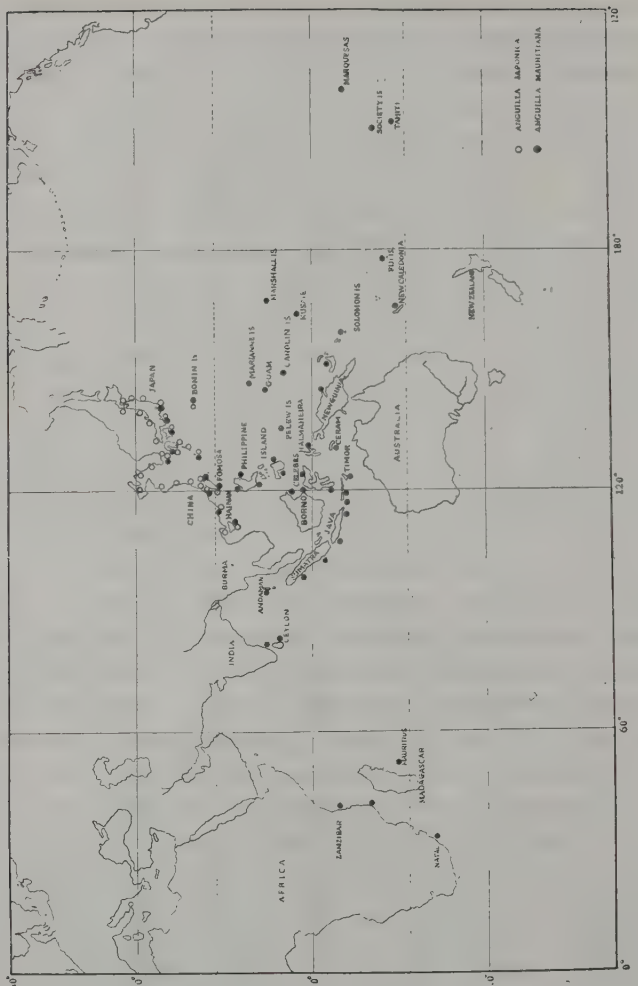


Figure 34. Map showing the distribution of *Anguilla japonica* and *A. marmorata*
○, *Anguilla japonica* ●, *Anguilla marmorata*

(Hawaii); GüNTHER, 1910, New Hebrides, Fiji Island, Ellice Islands, Tokelau Islands, Tonga Is., Cook Is., Manihiki Is.; SEALE, 1906, SCHMIDT, 1925, Tubuai, Austral Is., Easter Is., Malay Perinsula, Saiam, French Indochina; SEALE, 1906, Marquesas; KAUP, 1856, Tuamotu Is.;

而して，以上の地点の内で Marquesas は HERRE, 1936, Fiji Is. は JORDAN and SEALE (1906), SEALE (1935) に依つて夫々採集された。

日本に於ける主要な棲息地は天然記念物として指定され保護されている，主なものは次の通りである。

長崎県西彼杵郡樺島村，徳島県海辺郡川西村，和歌山県西牟婁郡北富田村及び南富田村，神奈川県伊豆浄ケ池等である。此の他に池田湖及び静岡県下の河川で稀に漁獲される。

以上に列挙した採集地を図示すれば第34図の通りである。

Anguilla japonica の分布の北限に就いては，JORDAN and SNYDER (1901)，JORDAN, TANAKA and SNYDER (1913) は函館，SNYDER (1912)，丸川 (1916a) は室蘭，石川，高橋(1914) は北海道であるが，農林省水産局調査 (1937) に依ると太平洋方面では北海道襟裳岬の稍南部に存在する幌別川で，日本海方面では石狩川である。野沢 (1892) の調査も同様である。佐郷 (1926) に依ると北海道胆振，日高地方に年々稚魚の遡上及び僅少の漁獲量があり，特に湧払川，白老川等は相当量の産額がある。丸川 (1917) は樺太，太泊の鈴谷川河口に於いて鰊建網で捕獲されたと記錄したがこれは珍稀な現象で海流の変異に基く漂流魚として例外的のものと見做される。

日本海方面に於ける分布は北越の河川に僅少の分布が見られ，又鰻稚魚放流に依る増殖事業を施行する以前は阿賀川，鵜川，関川，信濃川，鐘潟は僅少，三面川，荒川，姫川，大川，八郎潟，加茂川，福島湖，放生津潟，久美浜湾等は皆無と認められていたが，明治29年 (1892) から毎年積極的に稚魚放流事業が実施せられて以来，漁獲量の増加が見られる。本邦河川に於ける鰻の漁獲量を県別に示すと第123表，第35図の通りである。

即ち太平洋海区が最も多く而も利

Table 123. Amount of catch in every rivers and lakes in Japan (average annual amount of catch during 1927—'31).

Locality	Pacific ocean region				Japan Sea region				East China Sea region		Hokkaido region	
	Southern region from Tone River		Northern region from Tone River		Southern region from Noto Peninsula		Northern region from Noto Peninsula				Pacific region	Japan Sea region
	Amount of catch		Prefecture	Amount of catch	Prefecture	Amount of catch	Prefecture	Amount of catch	Prefecture	Amount of catch	Amount of catch	Amount of catch
Kanto	150,537				Ishikawa	10,659	Toyama	1,785	Kumamoto	57,214	425	379
Tyubu	122,354		Fukushima	1,595	Fukui	6,857	Akita	7,504	Nagasaki	690		
Kansai	40,117		Yamagata	2,238	Hyogo	—	Aomori	204	Fukuoka	6,695		
Kishu	52,310		Miyagi	34,690	Kyoto	—	Nigata	10,557	Kagoshima	4,642		
Shikoku	29,624		Iwate	4,085	Shimane	9,703						
Inland Sea Seto nai kai	54,374		Aomori	4,271	Tottori	1,779						
Kyushu	28,725											
Total	578,011			46,879		28,998		20,050		69,241	804	
	624,890 kan				49,048 kan				69,241 kan		804 kan	

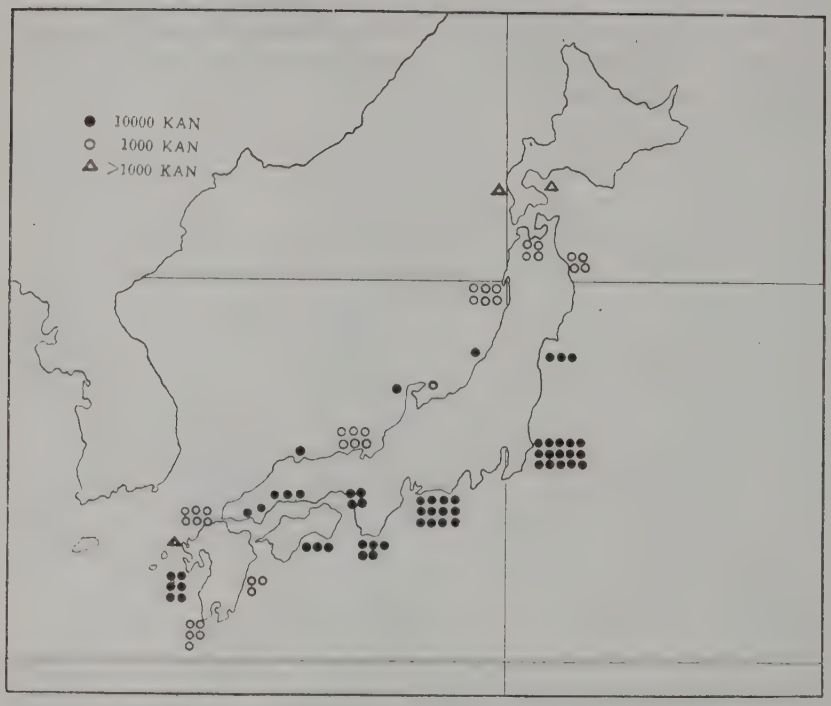


Figure 35. Amount of catch of *Anguilla japonica* in Japan.

秩川以南の海域が最大量を示す。日本海区は太平洋海区の漁獲量の 7.9% で，東支那海区に面する九州地区は日本海区の広い区域よりも多量である。能登半島以北は激減する。北海道海区の内日本海側は太平洋側の 89% であり，北海道の太平洋側と日本海側とでは太平洋側が多い。かかる漁獲量が緯度の高くなるに従って減少する現象並びに太平洋面と日本海面との漁獲量の相違は鰻が溯河性魚類であることを示し，而も DELSMAM(1927)，SCHMIDT (1925)，田内 (1940) 等の指摘するように，海流と分布との関係が密接である証左である。

分布の南限に就いては KNER (1865) は上海，WU (1929) は Amoy，NICHOL and POPE (1927) は Hainan，LIN (1936) は広東，PETERS (1880)，FOWLER (1929)(1932) は香港，CHEVEY and LEMASSON (1937)，原田 (1943) は東京(トンキン)地方（仏印）を示す。HERRE (1923)，SCHMIDT (1925)，ROXAS and MARTIN (1937) に依ると Philippine には分布しない。久遠山 (1937) によると小笠原島，八丈島，三宅島に分布し，浅野 (1939) によるとパラオには分布しない。サイパン島のチヤランカ池には大正12，13年 (1923，'24) に日本から移殖したものが僅かに残存する程度であり，STREETS (1878)，SCHMIDT (1925 a,b) によると米国の太平洋沿岸及びハワイには全く分布しない。

従って Tongking（東京地方）及び Hainan が分布の南限で，太平洋上では小笠原諸島が南限であり且つ東限である。而して西限は渤海湾である。

Anguilla marmorata の分布の北限は済州島及び浄夕池で，西限は東部アフリカ Natal で

東限は北部太平洋では小笠原島，南部太平洋では Marquesas 島である，而して南限は WEBER and BAEUFORT (1916) に依ると Natal (東南部アフリカ S30° E32°) である，森 (1936) は東亜細亜の淡水魚類の地理的分布を次のように区分した。

I. Holarctic superregion.
  1. Siberian subregion. a. Siberian district. b. Andyr district. c. Kamchatka-Okhotsk district. d. Amur district. e. Maritine district. f. Karafuto district. g. Hokkaido district.
  2. China subregion. a. Japan proper district. b. Chosen district. c. North China district. d. Middle & Lower Yautse-Kiang district. e. Upper Yautse-Kiang district.
  3. Mongolian subregion.
  4. Baikal subregion.

II. Palaeotropical superregion.
  1. Indo China subregion.
    a. South China district. b. Taiwan district. c. Hainan district.

原田 (1943) は海南島の淡水魚の分布を研究して，森 (1936) の Hainan district を South China district に包括することを適当と認めた，而して日本産の *Anguillidae* の地理的分布から見ると *Anguilla japonica* は China subregion と Indo-China subregion に亘り Palaeotropical superregion では森 (1936) によると，Hainan district，原田 (1943) によると South China district を南限とする，*Anguilla marmorata* は Palaeotropical superregion 性のものであって China subregion 中揚子江を北限，Chosen district の南端の一部，Japan proper district の太平洋岸中部以南となる，従って森 (1936)，原田 (1943) の淡水魚類の地理的分布を考察するに，*Anguillidae* のような溯河性魚類に就いては海洋の条件に依って分布が支配される点が多いので別個に考慮するのが適当であり妥当と考える。

4. 日本産鰻の分布と海流との関係

鰻の分布と海流との関係に就いて SCHMIDT (1925a) は *Anguilla japonica* に関して次のように考察した。

"The chart of distribution showes that the East-Asiatic eel (*Anguilla japonica*) has a range of occurience corresponding to that of the American; both are found on the eastern side of their respective conditions and extend from somewhat south of the tropic northward over the temperate zone."

"In the pacific south of Japan the hydrographical conditions are altogether different, and remind us in several respects of those we know from the western Atlantic, where the breeding grounds of the American eel are situated. We have here a system of currents similar to that of the North Atlantic; an anticyclonic system, where the Japanese

stream, or Kuro Siwo, flowing to the NE, corresponds to the Gulf Stream in the Atlantic. We have also E, SE and S of this the Pacific Gulf Stream, an area where there are no perceptible permanent stream."

即ち日本産鰻と米国産鰻の地理的分布と海流の相似性から日本産鰻の分布が黒潮の影響に依るとした。

DELSMAN (1927) (1929) は Maley, Sumatra, Java, Borneo の間にある海区に面する水系には淡水産鰻が分布せず，深海に面する水系にのみ分布する事実を明らかにし，日本に於ける太平洋面と日本海面との漁獲量の相違を深海の有無に関係するものとした。

田内 (1940) はウナギの遡河量を統計的に解析した結果黒潮暖流の支流が突込むような沿岸に特に多いことを明らかにした。

著者 (1938) は前述した日本産鰻の分布と海流との関係を次のように更に明確にした。日本近海及び太平洋上には黒潮 (日本海流)，北太平洋赤道海流，反赤道海流，対島海流，支那沿岸流，親潮，小笠原海流等があつて，印度洋には北気候風海流，反赤道海流，南赤道海流がある。

黒潮の起源区域はフヰリツピン群島東沖で北転した赤道流の大部分が台湾東岸を浴流して主要部は石垣島と台湾との間を流過し，その一部が支那東海に流入する一帯と考えられている。

黒潮の本幹は奄美大島と大隅との間を北東に流過し，再び太平洋に其の一部は九州南西沖合で分岐して対島海流となつて日本海に流入するが，台湾北部北緯 34° 附近と済州島南部一帯から黄海に北上分岐する中間暖流と黄海暖流の支流が生じ黄海沿岸を浴流する。黒潮の本流は台湾から薩南海区では流速 1～2 浬/時，流幅160浬であるが北進するに伴い，流幅を減少し，これに反し流速を増す。鹿児島沖から房州沖 (北緯35～36°迄) は流速 2～3 浬/時，流幅100浬以下である。而して，沖合側には渦流を伴い，弱い逆流を示し，房州沿岸から 170°E 附近迄は 2～3 条に分岐して，流速 1～2 浬/時に減少する。対島海流は対島海峡を流過すると 2 分し大部分は本邦日本海側を浴流して北進するが，他の 1 部分は朝鮮東岸に沿うて北上し，欝陵島西沖を流過し，急に右折して能登沖で合流して東北に流走する。此の本流の $\frac{2}{3}$ は津軽海峡を通じて太平洋に分流して流出するが，その流速は対島海峡の 3 倍に達している。この分岐の末端は三陸沿岸に沿つて南流し金華山附近迄達す。残りは北上を續け大部分は宗谷海峡からオホツク海に流出する。北太平洋赤道海流は大体北緯 15° 附近に其の中心を有し，東北貿易風に依つて生成された純粋の吹送流で，流幅は 250 浬以下，流速時速 1 浬以下で，トラツク，パラオ島の北方 10°～15°N を西方に向つて流過し，Samar 島附近で南北に分岐し，一つは北転して黒潮の源泉となり他は南転して反赤道海流となる。南太平洋赤道海流は Austraria と New Guinea 又は Borneo と Celebes との間を通過し，1 部は Borneo と Sumatra 及び Java を北上又は南下し，Maley, 東印度支那沿岸及びフヰリツピン群島の西沿岸を浴流して，バシー海峡，台湾の南沖で黒潮と合流する。(Sumatra, Java, Borneo, Celebes 及び New Guinea 附近は貿易風の影響に依つて海流の方向を異にするもののようである。) 一方寒流は親潮で中部千島の諸水道から流出してカムサツカ東岸に沿い南西に下るベーリング海系寒流と合一して南下し，1 部は三陸沿岸近くに流下し，黒潮系海流と相接し親潮潜流となる。

第34図に示した *Anguilla japonica* & S. の分布で判るようにその分布は黒潮及びその影響を直接蒙る区域にのみ存在することが明らかである。本邦太平洋沿岸は勿論のことで

あるが日本海側は対島海流に依つて，又支那沿岸及び朝鮮南面沿岸は支那沿岸海流に依るものである。而して *Anguilla japonica* T. & S. の分布の南限を考察して見るに，黒潮系統の海流は黒潮の起源区域たるバシー海峡を経て南支那海に流入し，此処に左廻りの環流を発達せしめ，又黒潮の一派と見られるものが沖縄島の南西を北西に東支那海に流入し，又時には黒潮の反流が南西に台湾に向つているとされていて，台湾海峡を経て南下する支那沿岸海流と共に黒潮系統の海流は本種類の南限分布たる東京海域並びに海南島及び香港迄達し得ることは歴然とする。北海道日本海面及び東北地方並びに北海道の太平洋面沿岸の分布は対島海流に依つて行われる。即ち対島海流の内 $\frac{2}{2}$ が津軽海峡を速かな流速で以つて流過すること及び此の系統の海流は本邦沿岸に沿い南下して三陸に及ぶ点而もこの沿岸は寒流が流れ，黒潮本流が全くこの地方には及んでいない点から，対島海流の影響が有力なものと思惟される。樺太大泊に於いて鰻の捕獲された事実は（丸川（1917））恐らく対島海流が海況の変化に依つて，此処迄漂流した為と考えられる。

Sumatra, Java, Borneo, Celebes, New Guinea, Marianne Is., Malae, Philippine 等の各地に於いて *Anguilla japonica* が分布しない原因はこの地方は黒潮の影響を蒙つて居らぬ上に黒潮とは系統の全く異つた南太平洋赤道海流が沿岸を浴流している事実と関聯があるらしく，この点充分注目に値し，此の点は後述する *Anguilla japonica* の産卵場の推定をする上に有力な根據を与えるものである。

次に *Anguilla marmorata* Q. & G. の分布は主に北気候風海流，太平洋赤道海流印度洋南赤道海流，両洋赤道逆流の沿岸及びこの影響を受ける沿岸に分布して居ることは第34図で明らかである。該鰻は本来熱帯性のもので南洋方面に分布することは当然であるが，日本及び支那の北部に分布する経過を考究して見るに，黒潮は太平洋，印度洋の両赤道海流及び赤道逆流，北気候風海流とバシー海峡で合致する。故に後者の海流に依つて洄游した鰻は更に黒潮に移り，日本に分布するに至つたものと考えられる。而して鹿児島～房州沖は流幅が狭まるに反して流速は加わり，為に本来熱帯性のものが遂に黒潮の北端に迄分布するに至つた原因の主なるものと思惟せられる。

5. *Anguilla japonica* T. & S. の産卵場に關する考察

MEEK（1916）は世界の鰻の分布から此等の産卵場を推定した。（第36図） 而しこれに依ると日本産鰻とオーストリヤ産のものと同一種類として Micronecia 地方にその産卵場を求めた。

SCHMIDT（1925a,b）は鰻の産卵並びに初期仔魚の発育に深海が必要なことを太西洋鰻に就いて証明した。1907～1910 年に亘り SCHMIDT 指揮の下にアルバトロス号がフキリツピン探険を行つた際セレベス島の沖合で *Anguilla marmorata* のレプトセフアラスを採集したのも深海の表層であり，印度馬来地方の浅海に面した島々に鰻が発見されない事実，また DELSMAN（1927,29）及び SCHMIDT（1933）に依ればスマトラ島西海岸に於いて4種の鰻の産卵場が何れもメンタワイ海溝に存在する点等から太平洋産鰻及び印度洋産鰻に就いても太西洋と同様に深海が絶対に必要であることが推証され，EGE（1939），JESPERSEN（1942）等はこれを確認した。また SCHMIDT（1933）はかかる深海の内て仔鰻の発生するところの中層に於ける水溫の分布は欧洲産鰻では北太西洋に於ける中層水溫の最も高い海域が産卵場と一致

することを指摘し，このことから北太平洋に於いて中層水溫が最も高い海域は日本の熱帶に接近する南方海域に存在し，この海域こそ *A. japonica* の産卵場であると推定した。又南太平洋では濠洲の東岸から東方に向つてニユージランドの北方へ舌狀に延びている高溫の大きな中層帶があり，濠洲やニユージランドに分布する鰻は熱帶に近いこの溫暖海域が産卵場であると推定した。

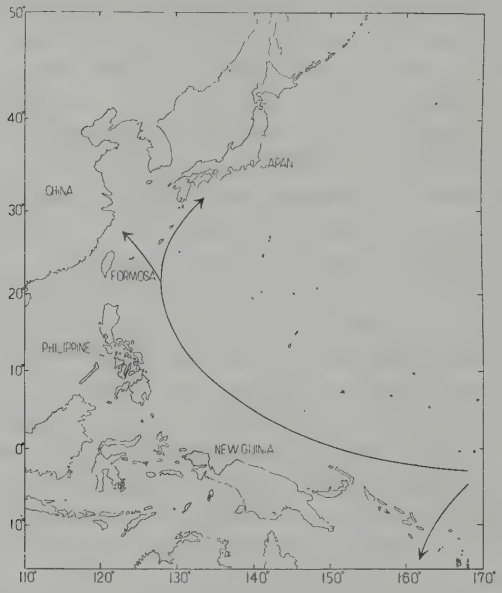


Figure 36. A presumption of the breeding place of *Anguilla japonica*, after MEEK (1916).

中井，松井（1938）は日本産鰻の産卵場は黒潮の流域，東は小笠原列島を境界とする海区であつて，1ヵ所ではなく且甚だしく深海を要しないと推定した。

大島（1941）はフキリツピン海溝か又はセレベス海であろうとした。

現在迄に於ける日本産鰻の産卵場に関する推定は上述した通りであつて，SCHMIDT（1925）が極めて多くの興味ある問題は実際の調査に依つてのみ解決され且希望するといつた段階を出て居ない。依つて茲に海況並びに鰻の生態学的研究を基礎として，次のように鰻の産卵場を推定してみた。

a. 海　　流

Anguilla japonica の分布が黒潮の支配を直接又は間接に蒙る事実は前項で明らかにしたが，かかる事実は産卵場が黒潮の影響を直接受けて居る区域か又はかかる海域に容易に達し得る海域内に当然存在すべき点を立証する。

黒潮の源泉部が大体北緯 20° 附近であるから先づ産卵場は北緯 20° 以北でなければならな

い。然るに日本産鰻の分布の重点は本州，九州，四国等の主として太平洋に面する沿岸であり台湾，支那，琉球でない点からすれば南限を北緯30°附近に求められる。琉球列島を西の境界とし，伊豆から小笠原群島を東の境界とする海域に縮少される。

b. 深　　度

次にSCHMIDT（1925a）が指摘するように太西洋産鰻（*A. anguilla, A. rostrata*）並びに印度洋産鰻（*A. marmorata*）の産卵場が何れも深海部である事実が假に日本産鰻（*A. japonica*）にもあてはまるものとして深度の分布を考察するに，太平洋側は深海（2000m以深）が沿岸に接近し200m以浅の大陸棚の発達が甚だしく悪い。從つて曩に述べた海区中には2000m以深の深海は広く分布し，而もSCHMIDTの調査に依るスマトラの印度洋面に近接して4種の鰻の産卵場が存在するような地理的条件は太平洋上の沿岸帯の黒潮流域内に存在する。尚この海区内には5000m以上の深海溝は琉球列島の外側に，即ち奄美大島の東端から台湾の東沖に長さ約280浬，幅は10～100浬に及ぶ琉球海溝があり，更に琉球海溝の中央部から稍直角に南東に向つて不連續的に存在する多くの海淵があつて，深度に関する鰻の産卵場は此の海区に於てすべてが満足される条件を具備する。

c. 水　　溫

欧米産鰻に関する太西洋に於ける産卵場の海況に就いては詳細な記錄がないが，SCHMIDT（1925a）に依ると太西洋に於ては体長7～15mmのレプトセファラスは水溫20°C程度の200～300m層を浮游し体長25mm位に成長すると25～50m層乃至表層に出現する。即ちこれに依ると産卵は比較的高溫層に於いて行われることが容易に推察される。

而して日本近海に於ける表面水溫の等溫線の月別変化を検討すると1月は水溫の下降が急速度に進み，北海道の東端では水溫が1°C以下となり，宮城以北の東北海区は10°C以下となつて房総以南の海区では未だ20°C以上の箇所が多くて，寒暖両水系の潮境は各所に顯著となる。2月には暖流の勢力は抑えられ寒流が表面に益々発達して来る。水溫は下降を續けるが然し上下両層の対流が激しくなり，紀州，土佐沖でも17°～18°C，内地の近海では20°C以上を示す所は殆んどない。3月の上中旬頃は表面水溫が1年間の最低溫を示す時期となり，中，下層は尚下降を續ける。対流が盛んである。水溫10°C以下の冷水は福島県沖合迄南下し，房総以南の暖海でも16°～17°Cを示し20°C以上の高溫水帯は西は九州屋久島以南，東は小笠原以南に見られるに過ぎない。4月になると黒潮及び対島海流が急速に発展し始め水溫は昇溫し房総以西の南海では水溫が3月よりも1°～2°C昇溫し，薩南海区，小笠原海区では21°～25°Cになる。5月に至ると暖流が旺盛となり房総半島以西の黒潮暖流域では前月より2°C前後上昇して沿岸以外の殆んど全海区が20°C以上となる。6月から8月までは暖流が益々進展して6月に大体2°～5°C．7月に6月より更に3°～6°C上昇して此の期間が1年中で最も昇溫が急激である。7月には薩南海区では表面水溫が28°～29°Cとなり，房総から九州に亘る海区では等溫線は緯度と平行して近づいて来る。20°Cの等溫線は宮城県沖まで北上する。8月～9月は水溫が年の最高を示し，暖流強勢であるが，9月中旬に至り黒潮の勢力が弱まり，銚子以南の南方海区では暖流の勢力が弱まると共に水溫は前月より稍低目となるが然し未だ28°C以上の高溫を維持する。10月には愈々水溫の降下を始め暖流々域の水溫は2°C前後降下する。11月には暖流は益々弱化し表層水溫は急激に降下し，房総以南の海区では1°～2°C降下し，伊豆

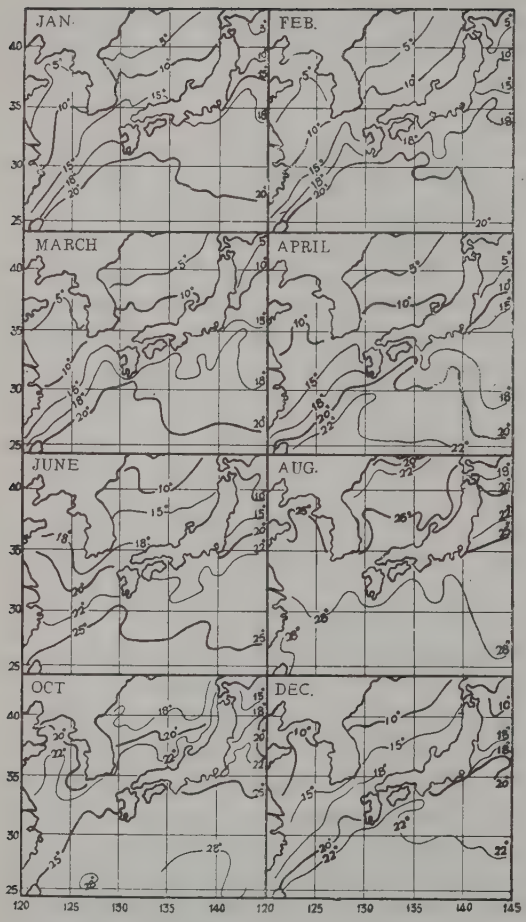


Figure 37. Monthly variation of the distributions of the surface water temperature.

から九州東部に亘つて21°～23°Cになるが，沖縄や台湾近海では依然高溫を保つて居る。然し下層では昇溫が表層より2ヶ月以上遅れて100m位の深度では11月頃が最高である。12月に至ると寒流が優越し房総以南の水溫は前月より1°～2°C降下する。100m層の水溫は前月最高溫度を示して居たのが愈々降下し始め而も対流が旺んで表層から 200m 位までは水溫も塩分も殆んど等しくなることは鰻の産卵を考慮するのに極めて重要である。而して水溫の垂直分布を黒潮と親潮とで比較すると両者は相違し(第38図)又黒潮に就いても根源海区と末端部とでは異る。即ち黒潮海区の水溫躍層は二次躍層が存在し，寒流では一次躍層であり，而もその溫度傾斜が著しい。

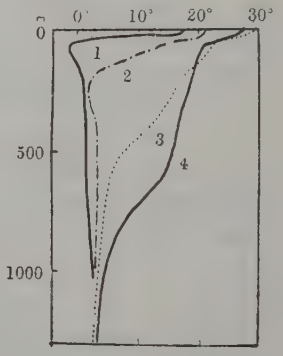


Figure 38. Vertical distributions of the water temperature.
1. Northern off Etorof Is. in Okhotsk Sea (Jun. 1916)
2. Off Kinkazan in Pacific (Jun., 1915)
3. Eastern off Formosa (Jun., 1925)
4. Off Sionomisaki (Jun., 1925)

溫帯海区に於ける暖流内の水溫の垂直分布を見ると明らかに2つの躍層が存在する。即ち第一次躍層は 40m 附近に第二次躍層は 700m 附近に存在する。黒潮の根源部に相当する所では第一次躍層は 100～150m 附近にあり，第二次躍層は溫帯海区よりも反つて浅く 400m 附近に存在する。

第二次躍層は純然たる黒潮とその下に潜入し黒潮と殆んど反対方向を有する親潮潜流（亜寒帯中層流）との境界面

に相当する。従つて熱帯又は赤道に近づくに伴つて第二次躍層が浅くなる理である。

レプトセフアラスの最小型（7～15mm）が水深75～300m層で採集され更に体長25mmに成長すると50m乃至表層に浮上する事実が太西洋産鰻の産卵場でSCHMIDT（1925）に依つて明らかにされた。又，内田（1935）は24.8mmの *A. japonica* のレプトセフアラスを表層下10m層で採集したが，これを海洋の垂直水溫より解釈を下すと，体長の小なる孵化直後のものは第一次躍層と第二次躍層との中間層に，体長が大となると共に逐次第一次躍層を超えて表層に浮上するものと思考される。

従つて水溫の垂直的分布から判断され得る点は日本近海に於ける溫帯海区又は熱帯海区が欧米産鰻の産卵場に最も条件が類似し，且鰻の生態と一致する。

シラス鰻の溯河始期に於ける活動限界の河川水溫は8°～10°Cで最低水溫は6.7°Cである（第6章．シラス鰻の溯河習性並びに溯河を支配する環境要因参照）。かかる水溫が鰻の稚魚の活動限界溫度と見做され，従つて鰻の産卵場の可能最低水溫の限界点と考察される。

日本に於いて下り鰻が見られるのは9月から10月，遅くて11月中旬であるが，表面水布の分布に就いては上述した通り3月が最低，9月が最高を示し，100m層では11月が最高，5月頃が最低を示す。而して3月に於いては20°C以上の高溫水帯は西は九州屋久島以南，東は小笠原以南である。

親鰻並びに鰻の幼体は海洋中の冬期に於ける棲息期間は9月以降，3月の最低水溫までと考えられるから，此の期間中の高溫水域が産卵場の条件を満足する。従つて九州屋久島以南を北限とする以南海域となる。

然るに水溫の降下から最低水溫に至り且昇溫しようとする時期に於ける日本近海の主として黒潮流域の水溫の垂直分布は第39図の通りである。

これに依ると北緯30°附近に於ける紀州沖から薩南海区以南の水域は100m層即ち第一次躍層と第二次躍層の中間層は水溫20°C程度であり，台湾附近では200m層で20°C前後である。

表層水溫が最低水溫となる時期は中層水溫が尚上昇しつつあり，約2ヵ月遅れて最低水溫を示し，その時期には已に表層水溫は上昇の途上にある。此海況の変化は鰻の産卵発育に極めて密接な而も興味ある問題を提供するものと解釈する。即ち表層水溫20°C前後の分布限界が鰻の産卵場の可能性をもつものと認められる。

年間最低水溫を示す時期の第一次躍層と第二次躍層の中間層の水溫は黒潮海域北緯30°附近以南では15°C以上である。*A. japonica* のシラス鰻の活動限界溫度を8°～10°Cとするも遙かに高溫であり，假にSCHMIDT（1925）が指摘した *A. japonica* の生態，分布共に *A. rostrata* に酷似するとして産卵水溫を20°Cに求め

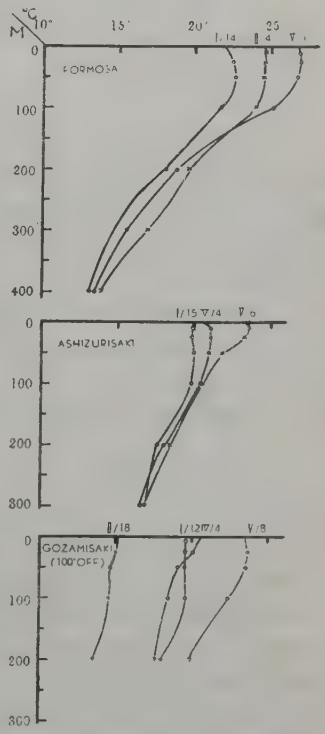


Figure 39. Vertical distribution of water temperature in the Kurosio.

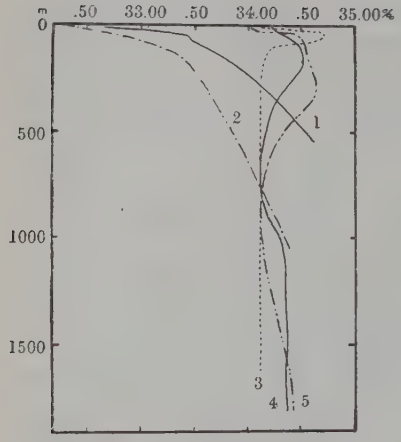


Figure 42. Vertical distribution of the salinity.
1. Mouth of Bering Sea
2. Sea of Okhotsk
3. Liman cold current
4. East ward off Formosa
5. Off Shionomisaki

れば薩南海区以南が該当する。

d. 塩分量

経度 180° 附近に於ける北太平洋の塩分量の分布は，赤道直下では 35‰ 以上であるが，北緯10° 附近で34.5‰ 以下に下り，北緯 20°乃至30° の海域で最高を示し35.5‰以上の高鹹海域が存在する。更に北上するに従い，塩分は次第に減少してベーリング海では 31‰ に達する。北緯 20°～23° 附近は北貿易風帯に屬し，北東風連吹して蒸発が盛んな上に，此の附近は宛も太平洋の大循環の中心に相当し，海水の移動が少いことが最高鹹部を生成する所以である。

寒流系の流域の垂直分布は表面近くは塩分量が著しく少く，深度と共に増加し 500m 以深は殆んど等塩分となる。日本海の対島海流の影響を受ける所では 10m 以深で急に増加し，50m 内外で最大に達し，更に 100m 位まで塩分は急減して 500m 以深から殆んど等塩分を示す。潮岬沖及び台湾東沖の黒潮流域は深度と共に増加し，150～300m 層で最大となり，700～900m 層で最小となり，更に増加の傾向を示す。日本近海の季節変化は 4 月から 5 月に亘つて，最高鹹期に黒潮流域では 35‰，対島海流でも 34.75‰ となるが，6 月には降鹹し始め，8 月には低鹹水が表面に拡張し，全国的に低くなり，年の最低を示す。10月には急に高鹹を示し，逐次鹹度を増加する。

100 m 層に於ける 2 月の日本近海の塩分分布は海流の動向と一致し，最高鹹海域は東径 142° 附近まで即ち日本沿岸近くまで分布し，35‰ の等鹹線は四国沖，東径 134° 附近まで黒潮に従つて分布を示す。

即ち，水温と同様に，北緯 30° 以南は他海域よりもより高鹹海域であると考えられる。

e. 生態及び成長度

SCHMIDT (1925a) に依ると *A. anguilla* は春産卵し 4 月に 5～22mm (平均13mm)，6 月に 15～32mm (平均 25mm)，8 月に 30～40mm となり，2 年目の 6 月には 40～70mm (平均 52mm)，3 年目の 6 月には 60～88mm (平均 75mm) に成長し，これがレプトセファラスとして最大に成長したもので，以後変態を完了して溯河する。これに対し *A. rostrata* は晩冬から早春に亘つて産卵し，7～8 mm の体長のものが 2 月に出現し，4 月27日には 9～33mm (平均 20～25mm)，6 月に 30～35mm，7 月24日に 40mm，9 月には 50～55mm となり，12月までに最大体長 60～65mm となり，冬期間に変態を完了して春 (3 月～5 月) 体長 55～59mm のものが溯河する。

結局両者に顯著な成長度の相違が認められ *A. rostrata* は成長が迅速で，変態を完了して

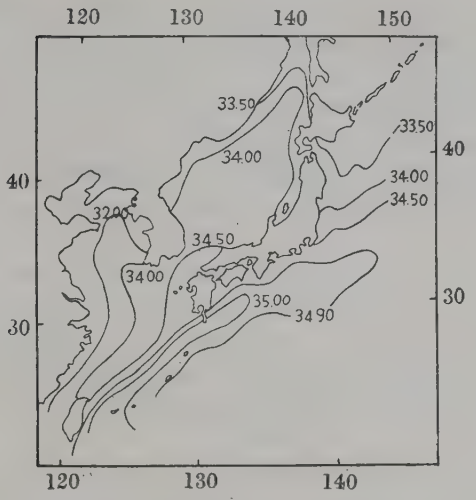


Figure 41. Distribution of the salinity at 100m depth in the waters adjacent to Japan.

シラス鰻となる迄に要する年数は *A. rostrata* が1年間であるのに対し *A. anguilla* は3年を要する。

SCHMIDT (1925a) は *A. japonica* と *A. rostrata* とが生物学的に次のように酷似して居る点を指摘した。即ち下り鰻が秋海に降下し，春にシラス鰻が溯河する点及び溯河時の体長が同じ大きさであり恐らく同一年令であること，更に両者の地理的分布が共に大陸の東側面に分布し而も熱帯の稍南部から溫帯を超えて北方に迄分布する諸点である。

著者は以上述べた SCHMIDT (1925a) の貴重なる業績に対して *A. japonica* に関する生態学的研究を挙げて比較検討を試みた。 内田 (1935) は昭和9年5月29日に北緯29°，東経128°18′ (五島一奄美大島間大隅半島南端より西方約 120 浬沖) の表層下 10m の水層に於いて体長 24.8mm の *A. japonica* と査定されるようなレプトセファラスを採集した。* 従つてこの標本が *A. japonica* のレプトセファラスであるとしても，唯一尾だけの記錄であるから体長組成を決定することは出来ないが，*A. rostrata* のレプトセファラスの体長組成は SCHMIDT (1925) に依ると4月27日に7～23mm，7月24日には24～48mm の変異を示す点及び JESPERSEN (1942) の太平洋及び印度洋産の鰻類のレプトセファラスの体長組成もこれと同様に可成り大きい変異が認められる点等から推定して *A. japonica* の一尾のレプトセファラスは相当の変異内に包括される体長 24.8mm のものであると考えられる。而して，*A. japonica* の溯河したシラス鰻の体長は静岡県榛原郡川崎川では1月22日には平均 58.76

* BRUNN (1937) は内田 (1935) の論文を読まずに写真と図だけで判断して Muraenidae のレプトセファラスとした。然し Muraenidae には発育の始めから胸鰭が現われないのが特徴であるのにもかゝわらず内田の採集したレプトセファラスには立派に胸鰭が存在しているので BRUNN (1937) の説は明らかに誤認である。著者は内田 (1935) 説を肯定する。この点に関し特に御教示を賜つた内田博士に感謝の意を表する。

mm（変異の巾は 53.2～62.8mm），2月5日には平均58.10mm(変異の巾は52.4～63.5mm)，3月18日～4月1日には平均 56.98mm（変異の巾は 52.0～64.4mm），4月2日～5月2日では平均 56.72mm（変異の巾は 53.1～64.7mm）である。浜名湖に就いて見るに，12月25日には58.61mm，1月10日には58.12mm，2月8日には56.61mm，2月23日には 57.43mm，3月13日には 56.75mm である。（第5章参照）

以上の結果を *A. japonica* の幼体の成長度として *A. rostrata* 及び *A. anguilla* の成長度とを比較のために図示すると第42図の通りである。

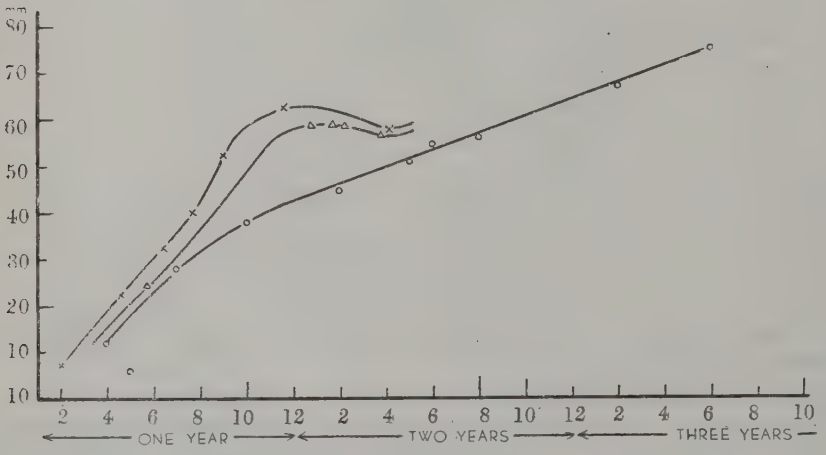


Figure 42. Comparison of the growth curve in the three representative forms of the young-eel in stage before ascending the river.

—×— *A. rostrata*, —△— *A. japonica*, —○— *A. anguilla*, after Schmidt, 1925.

即ち *A. japonica* の成長度は *A. rostrata* と *A. anguilla* の両種の成長度の中間に存在し，而もその成長曲線は *A. rostrata* に類似することが明らかであつて，SCHMIDT（1925）が指摘する生物学的類似点に新知見を加えることが出来る。

次に *A. rostrata* の 25mm 程度に成長したものは 50m 以浅から表層迄に出現する。この層は曩に述べた第一次躍層以浅と一致すると考えられるが，内田の採集した *A. japonica* は 10m 以浅からであるから同様に第一次躍層以浅に浮出していたと考えられ *A. rostrata* の場合と一致する。これは水温が3月以降表層が著しく昇温することと索餌に起因するものと解され，第一次躍層以浅表層の水温がレプトセファラスの成長の遅速を支配する主要な因子となる。

A. rostrata の遡河時期は西印度諸島の St. Croix では3月，ワシントン洲の Potomac が4月，Mass 河が5月であつて，これ等を総括すると3～5月を示すが，*A. japonica* は已に晩秋から開始され静岡県下の盛期は1月下旬から4月上旬で，最盛期は2月～3月であるから *A. japonica* の遡河時期は *A. rostrata* よりも 2～3ヵ月早期である。この事実と *A. rostrata* の幼体の成長度が *A. japonica* のそれより良好である点とを合せ考えると，

A. japonica の産卵場は *A. rostrata* よりも近距離であることを立証するものでなければならない。略同様の傾向で成長しつつある両種が1つは越冬して遡河し，他は晩秋乃至冬期間に遡河するからである。著者は昭和11年11月21日に遠州灘に面した磐田郡福田町沖水深8m，水温16°Cの砂泥地中に潜在するシラス鰻3尾を文鎮漕て採集し，清石(1939)は遠州灘篠原村沖約5m水深に於いて2月上旬に1尾をドレツヂで採集した。変態直後のものが河川水温がシラス鰻の活動限界温度に達するのを待つて遡河するのであつて，印度洋産鰻 *A. marmorata* が55mmで変態し，50mm のシラス鰻になつて遡河するが産卵場と陸地との距離が約150浬内にあるのと地理的条件が類似しているものと見られる。

A. japonica の下り鰻はその生殖腺が欧米産鰻の生殖腺に比較して極めてよく発達して降下する事実は陸地と産卵場との距離が極めて近いことを裏付けるものである。このことは欧米産鰻属の棲息環境が多くは大陸で，沿岸から遠く遡河するのに対し，日本産鰻の棲息環境は日本の地理的特異性即ち沿岸に山丘がせまる他，欧米に於けるように流域の大きな河川がない地理的相違と，海岸近くに暖流が接近し且深海が陸岸近くにせまつて居る等の環境の相違に依るものと思われる。

上述したような諸点から *A. japonica* の推定産卵場は北緯30°附近以南の而も陸地から著しく遠くない海区と考えられる。尚，かかる海域の内で鰻の分布とその量的相違から東限を小笠原諸島以西とし黒潮本流域ではなくて黒潮本流に容易に到達し得る海域と推定される。而も朝鮮及び東支那海面の九州沿岸に分布する鰻の量的に豊富である点と薩南海域でレプトセファラスの採集された事実からしてこの推定産卵場海域の内で薩南海域に偏寄する海域が有力なものとなる。

6. 摘　　要

1. 日本産鰻の種類を外部形態的特徴，脊椎骨数，歯列等から検討し *Anguilla japonica* と *A. marmorata* の2種類とした。

2. *Anguilla japonica* 及び *A. marmorata* の両種は外部形態的特徴の内で背鰭及び臀鰭の位置並びに眼隔に就いて生物統計学的差異が認められ *A. japonica* は *A. marmorata* に比して，背鰭前端基部が著しく後方に，また臀鰭の位置が前方に偏する。従つて，背鰭と臀鰭の前端基部間の距離が *A. marmorata* は大で，*A. japonica* は小である。眼隔は *A. marmorata* が大で *A. japonica* が小である。吻長は *A. marmorata* が長く，体高も *A. marmorata* の方が高い傾向が認められる。然し，両種間には形態的特徴に於いて種々の程度の中間型が存在する。

3. *A. japonica* の脊椎骨数には地方的差異が認められない。*A. japonica* と *A. marmorata* の脊椎骨数の顕著な差異は両種が分布する緯度の相違に依るものであつて，両種の分布より見て，太平洋産鰻属の発祥地を西太平洋赤道海域とすれば *A. marmorata* が *A. japonica* よりも原種に近いと考えられぬこともない。

4. *Anguilla japonica* の分布の南限は Tongking 湾及び Hainan で，太平洋上では小笠原諸島が南限でありまた東限である。西限は渤海湾である。

5. *Anguilla marmorata* の分布の北限は済州島及び浄々池，西限は東部アフリカ Natal であり，而も南限である。東限は北部太平洋では小笠原，南部太平洋では Marquesas

島である。

6. 日本産鰻鱺の地理的分布では *A.japonica* は China subregion 及び Indo-China subregion に亘り Palaeotropical superregion では Hainan district を南限とする。*A. marmorata* は Palaeotropical superregion 性のものであつて China subregion 中，揚子江を北限，Chosen district の南端の一部，Japan proper district の太平洋中部以南となる。従つて森 (1936)，原田 (1943) の淡水魚類の地理的分布では *Anguillidae* に関しては不充分で，かかる溯河性魚類に就いては海洋の条件を考慮して別に分布を考察する必要がある。

7. *Anguilla japonica* の分布は黒潮及びその影響を直接蒙る区域にのみ分布する。太平洋沿岸は勿論であるが，日本海面は対島海流に依り，支那沿岸及び朝鮮南面沿岸は支那沿岸流に依る。香港，海南島には黒潮の一派が沖繩島の南西を北西に東支那海に流入し，時には黒潮の反流が南西に台湾へ向い，従つて台湾海峡を経て南下する支那沿岸流と共に達する。Philippine, Sumatra, Borneo, Celebes, Marianne Is., New Guinea, Java 等に分布しないのは黒潮の影響を蒙らない上に黒潮とは全く系統を異にする南太平洋赤道海流が浴流するためである。

黒潮の起源は台湾南端を浴流しその一部はバシー海峡を経て南支那海に流入するが Philippine に分布しない点は産卵場推定上，有力な根據となる。

8. *Anguilla marmorata* は主に北気候風海流，太平洋南赤道海流，印度洋南赤道海流，両洋赤道逆流の沿岸及びその影響を受ける沿岸に分布するが，日本及び支那の北部に分布するのは，此等海流とバシー海峡附近に於いて黒潮の起源部と連絡し且黒潮は鹿児島～房州沖間は流幅が狭まり流速が加わるために本来熱帯性のものが黒潮の北端まで分布するに至つたものである。

9. *Anguilla japonica* の分布と海流と密接な関係があり，従つてその産卵場は黒潮の影響を直接受ける海域か又はかかる海域に容易に達し得る海域内に存在しなければならない。黒潮の源泉部が北緯 20° 附近とすれば産卵場は北緯 20° 以北でなければならないが，分布の重点からすれば，北緯 30° 以南の海域と考えられる。

10. 日本産鰻の産卵場が欧米及び南洋産鰻と同様に深海を必要とすれば北緯 30° 以北及び以南の海域には，かかる深海が沿岸にせまり，深度に関してはすべてを満足する。

11. 日本近海の水温の月別変化は 3 月に最低を示すが，その時期に於ける 20°C 以上の高温海区は西は九州屋久島以南，東は小笠原以南に分布する。而して下層の水温の昇降は表層水温より 2 ヵ月以上遅れる。12月には 200m 層迄は水温及び塩分量が殆んど均一となる。鰻の産卵は第一次躍層と第二次躍層との中間層で行われ，成長するに従つて，第一次躍層を超えて表層に浮上するものと解釈される。而して，温帯海区には第一次躍層 40m 附近に，第二次躍層は 700m 附近にあり，黒潮の源泉部では第一次躍層は 100～150m 層，第二次躍層は 400m 層に存在する。従つて，水温の垂直分布は日本近海の温帯海区又は熱帯海区が産卵場としての条件を満足する。

12. シラス鰻の溯河始期に於ける活動限界の河川水温は 8°～10°C で最低が 6.7°C を示しかかる水温が鰻の幼魚の活動限界温度と見做され，従つて，鰻の産卵場の推定可能の最低水温の限界と考えられる。

13. 北緯 30° 附近に於ける紀州沖より薩南海区以内の水域は 100m 層即ち第一次躍層と第

二次躍層の中間層は水溫 20°C 程度で，台湾附近では 200m 層にあり，水溫の水平的及び垂直的分布は薩南以南の海域が産卵場としての条件を満足する。

14．塩分量の分布は北緯 30° 以南は他の海域よりも高鹹海域である。

15．*Anguilla japonica* の成長度曲線は *A. rostrata* と *A. anguilla* との中間にあつて *A. rostrata* の成長度曲線に類似し，孵化後1ヵ年以内に遡河する。

16．*A. japonica* は *A. rostrata* よりも2～3ヵ月早期に遡河する。両種の遡河時期の相違は産卵場からの距離の長短に依るものであつて *A. japonica* の産卵場は *A. rostrata* よりも陸地に近接する。

17．*A. japonica* の下り鰻の生殖腺は極めてよく発達して産卵のため海に降下するがこれは欧米産鰻よりも産卵場が近い為と考察される。

18．海流，深度，水溫，塩分量，生態等から *A. japonica* の産卵場を推定すれば，北緯30°以南で而も陸地から著しく遠くない海域で，東限を小笠原諸島以西とし，黒潮本流域でなくてこれに容易に到達し得る薩南海域に偏寄した海域が有力である。

第三篇　養鰻法に関する研究

Part three. Study on the Eel Culture in Japan.

第一章　養鰻技術の基準に就いて

Chapter I. On the Standard in the Eel-Culture Techniques.

1. 既往の業績及び研究目的

服部倉次郎が明治12年（1879）東京深川千田新田に2町歩の養魚池を築造して，鰻の養成を営業的に始めたのが我が国に於ける養鰻業の嚆矢とされて居る。明治30年（1897）頃，同氏は静岡県浜名湖畔に大規模な養魚場を設け，餌料として蠶蛹を使用することを試みることにより斯業の劃期的発達をもたらした。この急激な発展の結果として当然種苗としての幼鰻が不足して，その価格が著しく騰貴した。徳久（1913a,b）（1915b）は石川県下の潟に愛知県矢作川産シラス鰻を移殖し，1年後に今江潟では体長7寸に，又，河北潟の養魚池で飼育したものでは1尺に成長したものがあつて，極めて速やかな成長をすることを報告した。丸川(1916a）はこれに対し，それはその年に成長したものではなく，1年魚又は2年魚が成長したものであろうと駁論した。更に水産講習所多木町養魚池，茨城県水産試験場でも飼育試験が試みられ，丸川説の正しいことを立証した。1916年，丸川の鰻の研究の発表によつてシラス鰻は集約的養鰻業の種苗としては不適当であるとしたが，徳久（1917）は初説を肯定し，粗放的並びに集約的にも種苗として好適であるとの実験結果を発表した。大正5，6年(1916,'17）頃から急激に発達した養鰻業は，餌料，種苗の価格の騰貴に苦しみ，その打開策として組合組織による経営の合理化と科学的研究による技術の改善が策され，大正9年（1920）に愛知県に淡水養殖研究所が設立され，シラス鰻の養成による種苗の解決のために本格的研究が開始され，その初年度に於いて，シラス鰻の放養量に依つて成長度に著しい相違があり，最大形は5寸余に達し，体重は放養時の193倍に及ぶ成績を示し，種鰻養成に対する曙光が開かれて来た。雨宮（1922）は成長度の速やかな鰻に就いて徳久説を肯定した。大正12年(1923）には愛知県宝飯郡御津村下佐脇，田中養魚場では水産講習所豊橋養魚試験場（元淡水養殖研究所）の成績に従つて，シラス鰻の養成を大規模に始め而も成功し，業者の間にはこれに倣う者も續出し，諸府県水産試験場に於いても挙つて試験を開始し，遂にシラス鰻養成業が專業化するに至つた。この間，岸野（1932～'33），中井，松井（1936c），松井（1937），稲葉，山本（1938）及び稲葉（1939）はシラス鰻養成に関する業績を発表し，シラス鰻の生態並びに環境との関係に就いては松井佳一（1935a），松井魁（1936a,b,d）及び山本（1936，1938）等がそれぞれ業績を発表した。

本文は昭和8年（1933）以来5ヵ年間に亘つて，シラス鰻の養成試験を実施し，この時代に於ける養鰻技術の一つの基準を定めるために試みたものである。

2. 研　究　方　法

本研究は水産講習所吉田実習場に於いて実施した。研究方法は鰻の養成に当つて増肉増重に

伴つて，放養密度（池の坪当り放養量）が増大し，棲息水面積が狭小となるために，放養密度の影響をなるべく除去する方法として，飼育池数を増加することに依つて棲息水面積の増大を計り，同一系統のものを集めて夫々成績を取纏め，飼育年別に成長度，減耗率及び餌料係数等を算出して比較検討した。

供試鰻はすべて静岡県榛原郡吉田町，水産講習所吉田実習場附近の河川で漁獲されたシラス鰻を養成したものである。飼育に使用した餌料は生鰮肉で，シラス鰻養成の初期に於けるシラス鰻の餌付けの期間中は生鰮を挽砕したもので，餌付きが充分となつた後は鰮を目刺とし，餌場の1カ所に於いて午前8時乃至9時の間に1回投餌した。

酸素の欠乏其の他の理由に依つて，供試鰻群が所謂鼻揚げ現象を呈した場合及び中間調査として測定のため，池換えを行つた場合の他は池水の交換或いは池中えの注水はしない。

増重倍率（W），減耗率（N），餌料係数（F）は次式に依つて求めた。即ち放養時の重量を w_0，尾数を n_0，收納時の重量を w_1，尾数を n_1，飼育期間中の総投餌料を f で表わすと次の通りである。

$$W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}, \qquad N = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100, \qquad F = \frac{f}{w_1 - w_0}$$

而して増重倍率は飼育期間中の減耗率に依つて影響を受けるから，減耗を零とした場合に於ける増重倍率（W′）を求め，実際値と比較した。即ち減耗率を零とした時の收納時の総重量（W″）は $W'' = \frac{w'}{n_1} \times n_0$ で求められるから，従つて，$W' = \frac{w'' - w_0}{w_0}$ で算出される。

3. 実　験　結　果

I. 養　成　結　果

A. シラス鰻養成1年

供試材料は昭和12年3月中旬採捕したシラス鰻で，実験結果はこれを1年間養成した場合についてである。使用池名，面積，飼育経過は次の通りである。

実験番号 1.　Ⅲ1 号池（90.75坪）に4月14日放養し，75日間飼育して，7月21日取揚げて測定後，魚体の大きさに応じて撰別して，Ⅲ1号池及びⅢ2号池に夫々放養して，84日間飼育し，9月22日取揚げて整理後 I 号池（226.875坪）及び IV2 号池（45.375坪）に夫々放養し11月12日迄202日間飼育した。

実験番号 2.　IV6 号池（45.375坪）に5月1日放養し100日間飼育し，測定して，IV1 号池（90.750坪）に移し，更に8月10日より181日間，11月19日迄飼育した。

実験番号 3.　5月21日に IV5 号池（45.375坪）え放養し，125日間飼育し，9月11日取揚げて測定後撰別して夫々，IV5 号池及びⅢ2 号池（90.750坪）に放養し，179日間飼育し，11月4日取揚げて調査測定した。

このような飼育経過に於ける実験結果を示すと第124表の通りである。

B. シラス鰻養成2年

供試材料はシラス鰻を1年間養成して得た種鰻であつて，これを更に1年間飼育した結果は第125表の通りである。実験は昭和9年に1例，昭和10年に4例である。

実験番号1は昭和8年4月5日から飼育したシラス鰻を11月20日に測定し，撰別して大，中及

Table 124. Results of the culture during one year after the glass-eels stage.

No. of exp.	Area of pond (tsubo)	At time of stocking		At time of fishing		Population density per tsubo			
						At time of stocking		At time of fishing	
		W_0 (momme)	n_0	W_1 (momme)	n_1	(momme)	No.	(momme)	No.
1	90.75 ～272.25	2,700	54,193	128,050	41,415	29.8	597	470.3	152
2	45.375～ 90.75	970	23,012	18,750	14,712	21.4	507	137.7	108
3	45.375～136.125	1,350	27,744	18,920	12,810	29.0	611	149.0	141
※ Aver.		5,020	104,949	165,720	68,937	27.7	578	332.0	138

Average weight per eel		W_1-W_0 (momme)	n_0-n_1	Amount of bait (momme)	Feeding period (days)
At time of stocking	At time of fishing				
0.04	3.09	125,350	12,778	679,100	202
0.04	1.27	17,780	8,300	117,000	181
0.05	1.43	17,570	14,634	131,900	179
0.05	2.40	160,700	36,012	928,000	202

※ Average values show the density per tsubo and size per individuale, other values show the total value.

Table 125. Results of the culture during two years.

No. of exp.	Pond and its area (tsubo)	At time of stocking		At time of fishing		Population density per tsubo			
						At time of stocking		At time of fishing	
		W_0 (momme)	n_0	W_1 (momme)	n_1	Momme	Number	Momme	Number
1	Ⅰ (226.875) Ⅱ (453.75)	106,775	60,268	445,100	53,188	470.6	266	980.9	117
2	Ⅰ (226.875)	103,390	58,380	225,700	57,768	455.7	257	994.8	255
3	Ⅱ (453.75)	117,150	26,495	367,300	23,423	258.2	58	809.0	52
4	Ⅰ (226.875)	55,750	19,594	137,900	18,324	245.7	86	607.8	81
5	Ⅳ (12.10)	730	3,132	3,390	1,632	60.3	259	112.1	54

Average weight per eel		W_1-W_0 (momme)	n_0-n_1	Amount of bait (momme)	Feeding period (days)
At time of stocking	At time of fishing				
1.77	8.37	338,325	7,080	2,423,210	252
1.77	3.91	122,310	612	1,050,800	146
4.42	15.7	117,150	3,072	1,937,900	170
2.85	7.53	82,150	1,270	787,400	175
0.23	2.08	2,660	1,500	55,300	229

び小の3群に分け，その中から中型群以下の群を供試したものである。実験番号 2，3，4，5 は昭和9年4月10日から飼育したシラス鰻を11月15日に測定後撰別して，大，中，小及び極小の4群に分けて，各群毎に飼育し供試したものである。

C. シラス鰻養成3年

供試材料はシラス鰻から飼育して満3ヵ年目のものである。即ち，養成2年の実験番号1及

び4を供試し，本実験番号の2及び1とした。実験結果は第126表の通りである。

Table 126. Cultured results during three years.

No. of exp.	Pond and its area (tsubo)	At time of stocking		At time of fishing		Population density per tsubo			
						At time of stocking		At time of fishing	
		W_0 (momme)	n_0	W_1 (momme)	n_1	Momme	Number	Momme	Number
1	I (226.875)	160,100	21,539	286,400	20,351	599.9	81	1,073.2	76
2	II (453.75)	140,500	15,773	346,600	11,602	309.6	35	763.8	26

Average weight per eel		W_1-W_0 (momme)	n_0-n_1	Amount of bait (momme)	Feeding period (days)
At time of stocking	At time of fishing				
7.43	14.07	126,300	1,188	1,315,180	115
8.91	29.87	206,100	4,171	2,203,300	257

以上の飼育成績から，増重倍率（W，W′），減耗率（N）及び餌料係数（F）を求めると第127表の通りである。

Table 127. Relations between the number of the cultured years and the weight multiplication rate, food quotient and decreasing rate.

Kind		One year cultured eels			
Items \ No. of exp.		1	2	3	Average
Weight-multiplication rate	W	46.43	18.33	13.10	32.01
〃	W′	61.02	29.13	29.42	49.26
Food quotient	F	5.42	6.58	7.51	5.77
Decreasing rate	N	23.58	35.07	53.83	34.31

Two years cultured eels						Three years cultured		
1	2	3	4	5	Average	1	2	Average
3.17	1.18	2.14	1.48	3.64	2.32	0.79	1.47	1.13
3.72	1.21	2.55	1.65	7.92	3.41	0.89	2.35	1.62
7.16	8.59	7.75	9.53	20.78	8.27	10.14	10.69	10.55
11.75	0.10	11.59	6.48	47.89	7.48	5.52	26.44	5.52

II. 増重倍率竝びに成長度

一年魚の増重倍率は 13.10～46.43，平均 32.01，二年魚では 1.18～3.64，平均2.32，三年魚では 0.97～1.47，平均1.13を示し，年令に伴つて顯著な相違が認められる。而して各年令群の変異は一年魚が最大で，高年魚になるに従つて低下する。一年魚に於ける変異の著しい理由は，環境の変動に対する抵抗力の小さいために減耗が著しいこと及びシラス鰻の優良品種の混合比率の如何に依るものと考えられる。減耗を零と見做した場合の増重倍率(W′) では 29.13～61.02，平均 49.26 を示し，これが種鰻の優良品種に関する問題を無視した場合に於ける，現在技術の到達し得る限界量と見ることが出来る。

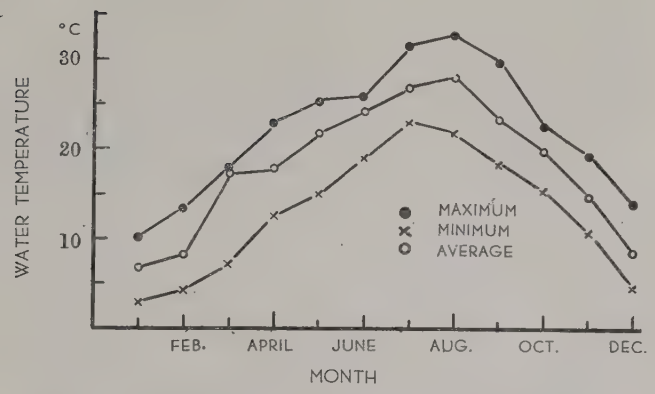


Figure 43. Water temperature of pond during the experimental period.

増重倍率は投餌量及び投餌日数と密接な関係がある。飼育日数は結局は投餌日数であるべきであるが，養鰻に当つては久保（1936）に依ると，鰻の摂餌量は水温と指数函数の関係があつて，水温が 10°C 以下に降下すると摂餌を中止し，池底に静止又は泥中に潜入して越冬する。本実験に於いては，12月12日から，翌年の3月11日までは投餌を中止し，その間，不規則に短期間水温が上昇し鰻が活動する場合は，池中の天然餌料のみに依つた。かかる方法は当業者も同様実施しておることである。

水温の月別変化は第128表の通りである（第43図参照）。

Table 128. Monthly variation of the water temperature in pond.

Months	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Max. (°c)	10.3	13.5	18.0	23.0	25.2	26.0	31.7	32.4	29.9	22.7	19.4	14.0
Min. (°c)	3.0	4.2	7.4	12.5	15.0	19.0	23.0	21.9	18.3	15.4	10.8	4.8
Aver. (°c)	6.9	8.2	17.3	17.8	21.6	24.1	26.6	28.1	23.4	19.6	14.8	8.5

Remarks : Average water temperature shows average of four observations at during from a. m. 8.00 to p. m. 8.00.

これに依ると投餌中止期間は平均水温が 10°C 以下の場合であることを示す。投餌日数と増重倍率との関係を図示すれば第44図の通りである。

即ち両者の関係は投餌日数に伴つて増重倍率は低下し，その程度は投餌日数200日～300日の期間に急激に減少し，400日以降は低下の程度が減少する。平均増重倍率を以つて比較すれば一年魚の増重倍率は二年魚の約 10 倍以上を示す。増重倍率（W）と投餌日数（X）との間には，$W = 16.648\left(\frac{X}{200}\right)^{-3.502}$ の関係式が成立する。かかる事実はシラス鰻養成一箇年間が産業的に最も有利な理由となり，種苗養成業が独立して専業化し，著しい発達を生じた所由の科学的根據の一つになる。

供試材料の種苗としてのシラス鰻の大きさの平均体長 5.98 ± 0.02 cm，平均体重 0.18 ± 0.001 gr で，測定結果は第129表の通りである。

かかる材料は飼育期間が永くなる程大きさの変異の巾は増大するものである。従つて，1箇年飼育した時に於いては，成長度を著しく異にする群の生ずるのは当然であるが，これに関し

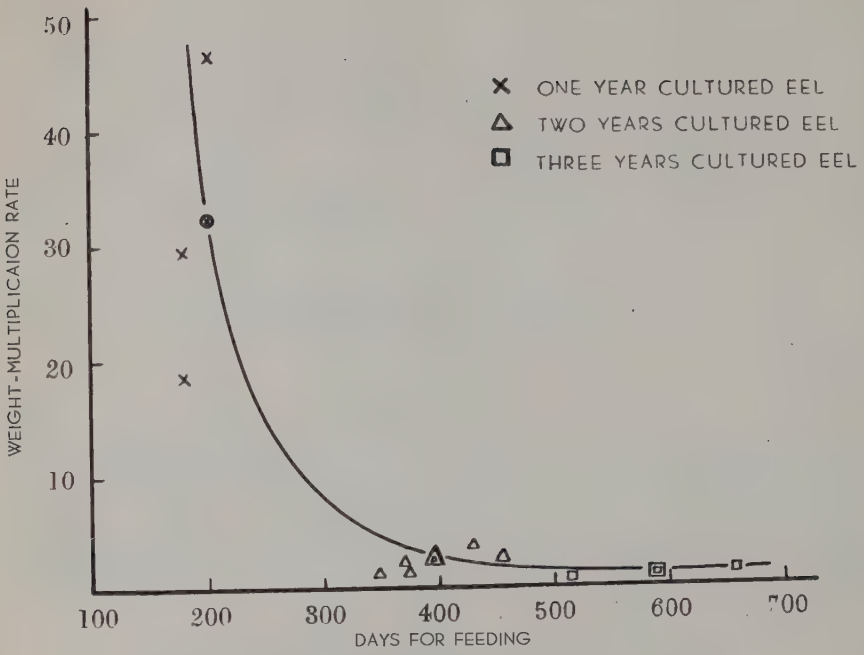


Figure 44. Relation between the weight-multiplication rate and the days for feeding.
×, one year cultured eel. ⊗, average value. △, two years cultured eel. ◬, average value. □, three years cultured eel. ▣, average value.

Figure 129. Size of the glass-eels.

Items	Mean value	Standard deviation	Coefficient of variation
Body length (cm)	5.98±0.02	0.27±0.01	4.43±0.21
Body weight (gr)	0.18±0.00	0.04±0.00	21.85±0.12

ては鰻の外部形態と成長との関係の章で明らかにした。茲ではすべての群を平均して考察する。各年令別の一尾の平均体重と投餌日数との関係は第130表の通りでこれを図示すると第45図の通りである。

Table 130. Relation between the days for feeding and the average body weight.

No. of cultured years (year)	1		2	3
Days for feeding (days)	0	202	396	590
Average body weight (momme)	0.05	2.4	7.5	22.0

増重倍率 W 及び W′ の平均値を Waver. 及び W′aver. とし，最大値を Wmax, W′max.

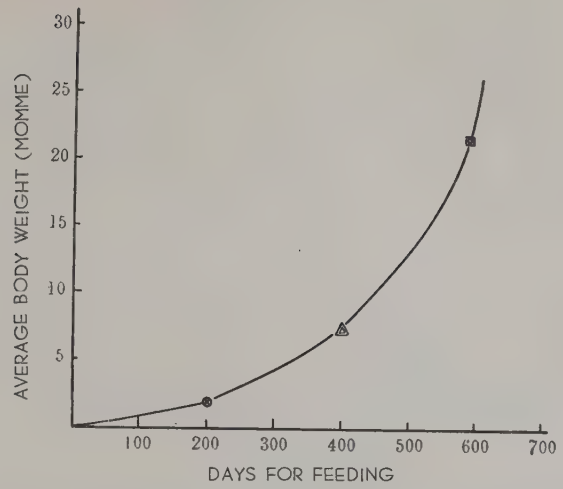


Figure 45. Relation between the days for feeding and the average body weight.
⊗, one year cultured eel. △, two years cultured eel. □, three years cultured eel.

とし此等の数値及び w_0 が与えられるから，種苗の大きさを1尾 0.05 匁として，夫々の増重倍率に依つて1尾の W′ 及び W″ が理論的に算出される。これに依つて1尾当りの体重の成長度が算定され，W′max とせる w′ 及び W″ は現在の養鰻技術の到達し得る理論的極限と見做すことが出来る。（第131表，第46図参照）

Table 131. Feeding period and its corresponding culculated values of average body weight.

No. of years cultured / Average body weight		1	2	3
Case of W	Waver.	1.65	5.48	11.67
	W max.	2.37	11.00	27.17
Case of W′	W′ aver.	2.51	11.07	29.00
	W″ max.	3.10	27.65	92.63

即ち1年で W を採用した場合には 1.65～2.37匁，W′ とした場合に 2.51～3.10 匁となる。嚢に述べたように，この数値は平均値であつて，著者（1937）は1ヵ年間飼育に依るシラス鰻の成長限度として，昭昭11年5月上旬シラス鰻を1ヵ年間養成したものの内から，年令を耳石に依つて査定して，確実に1ヵ年の年令である成長の優秀な群を測定して次のような結果を得た。（第132表）

即ち最大のものは体長 41.9cm，体重 29.3 匁を示し，体長 30cm以上のものも相当数量生産される。而して，平均値と比較すると，かかる成長優秀な群は三年魚乃至二年魚に相当することは注意を要し，当業者は実際に於いて，かかる成長優秀群は所謂「トビ」と称して選別毎に逐次池から取揚げて売却する方法をとるか，種鰻として歓迎されているものである。従つて成長優秀群の研究は松井（1949）の鯉の「トビ」の研究と同様に今後興味あるものである。

徳久（1913 a,b）（1917）に依るとシラス鰻は栄養，其の他棲息水界の相違に依つて，著し

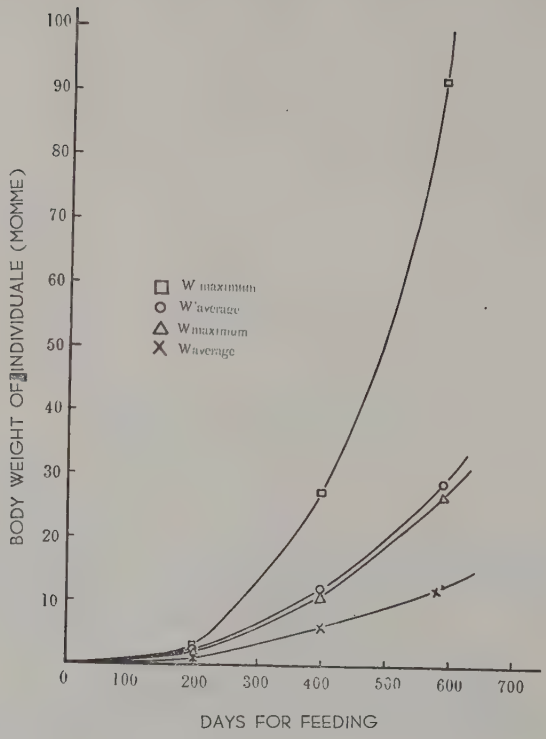


Figure 46. Relation between the feeding period and the calculated value of average body weight.

Table 132. Growth of the glass-eels after one year culture.

Body length (cm)	31.0～35.2	39.5～39.6	41.5	41.9
Body weight (gr)	30～45	85～115	102	110
Body weight (momme)	8.3	22.6～30.6	27.2	29.3
Individuals	51	47	4	1

く成長度が異なり，叩池で飼育すれば約3寸(9.9cm)，普通養魚池では7,8寸乃至1尺（23.1～33.0cm)，天然水界では4寸乃至7寸（13.2～23.1cm）に達し，丸川（1916 a）に依ると，養魚池では 1.3寸（4.3cm)，天然水界では 1.7寸（5.6cm）である。稲葉（1939）は昭和12年に増重倍率 61.6，昭和13年に 95.42，1尾の平均体重 21.4gr（5.7匁）を報告した。以上は何れも成績優秀な群を対象としたものと考えられ，一般の養鰻の基準としては誤謬をもたらすであろう。

Ⅲ．餌料係数（F）

餌料係数は餌料の効率を示す係数で，数値が小さい程効率が大であることを示すものである。餌料係数は養成1年では，5.42～7.51，平均 5.77，養成2年では 7.16～20.78，平均8.27，

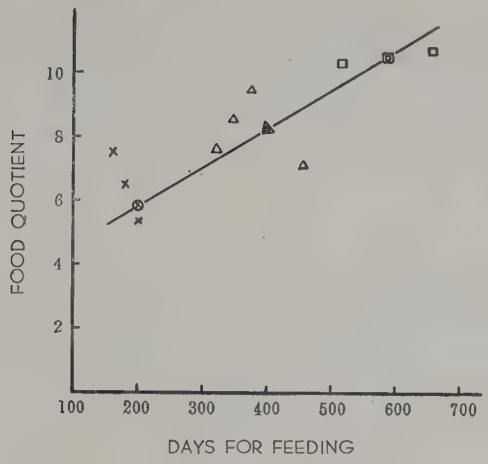


Figure 47. Relation between the food quotient and the days for feeding.

×, one year cultured eel. ⊗, average value of one year cultured eel.
△, two years cultured eel. ▲, average value of two years cultured eel.
□, three years cultured eel. ▣, average value of three years cultured eel.

養成3年では 10.41～10.69，平均 10.55 を示し，低年魚程小で高年魚に従つて高率となる傾向が明白である。投餌日数と餌料係数との関係を図示すると第47図の通りであつて，両者の関係は直線的である。従つて投餌日数を x，餌料係数を F で表わし，最小自乗法に依つて求めると両者の関係式は次の通りである。

$$F = 0.0126x + 3.210$$

餌料係数は増重倍率と逆比例の関係がある。増重倍率の大きい時期に於いては摂餌される餌料はすべて増肉のために有効に消費されるために餌料係数は小となるのに反して，高年魚となり，魚体の増肉のために消費する餌料よりも魚体を維持するのに必要な餌料として消費される結果，餌料係数が大となるものと考えられる。又同一年令群に於いても，増肉倍率が小で餌料係数の大なる場合は，疾病，其の他の原因に依つて成長が疎害されるか，或いはそのために必要以上の餌料が消費されるか，又は，摂取餌料よりも鼻揚げ其の他の原因に依り餌付不良の為に，消耗される餌料が過大なためであろうと考えられる。

IV. 減 耗 率 (N)

減耗率は養成1年では 23.58～53.83%，平均34.31%，養成2年では 0.10～47.89%，平均 7.48%，養成3年では 5.52～26.44%，平均 5.52%（但し，平均値では 47.89% 及び 26.44 %の減耗率は鼻揚げに依る人為的のものと判明しているために除く）を示し，養成1年が減耗率大で，高年魚に従つて低率となる傾向が認められる。

投餌日数と減耗率との関係を図示すると第48図の通りであつて，増重倍率と正比例して逓減する傾向を示す。減耗を生ずる原因は環境並びに疾病に対する抵抗力の強弱の如何に依る，生物自体の内在的原因と，飼育に関する人為的原因の2つが主要なものであつて，前者は主として低年魚に多い傾向がある。而して，後者は低年魚及び高年魚に普偏的に起るが，養鰻技術の

発達に伴つて人為的原因は或る程度除去される。本実験に於ける高年魚飼育に見られる異例的高率はすべて人為的原因に起因する。減耗率（N）と投餌日数（X）との関係式は，

$$N = 11.081\left(\frac{X}{200}\right)^{-2.067}$$ で表わされる。

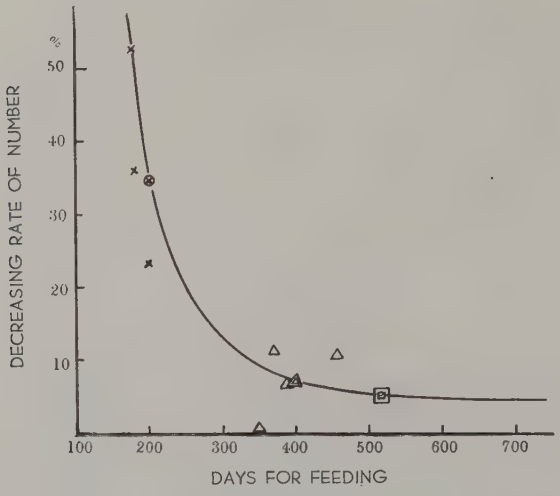


Figure 48. Relation between the decreasing rate and the days for feeding.

×, one year cultured eel. ⊗, average value of one year cultured eel.
△, two years cultured eel. ⧋, average value of two years cultured eel.
⊡, average value of three years cultured eel.

4. 摘　　要

1. 増重倍率は一年魚では 13.10～46.43，平均 32.01，二年魚では 1.18～3.64，平均2.32，三年魚では 0.79～1.47，平均 1.13 を示し，低年魚が最大で高年魚に従つて低下する。

2. 減耗を零とした場合の増重倍率（W′）が現在養鰻技術の到達し得る限界点である。

3. 投餌日数と増重倍率との関係は，投餌日数に伴つて増重倍率は低下し，投餌日数 200～300日の期間に急激に減少し，400日以後は低下の度が減少する。両者の関係は $W = 16.648\left(\frac{X}{200}\right)^{-3.502}$ で表わされる。

4. 餌料係数は一年魚では 5.42～7.51，平均 5.77，二年魚では 7.16～20.78，平均 8.27，三年魚では 10.41～10.69，平均 10.55 を示し，低年魚程小で，高年魚程高率となる。

5. 投餌日数（X）と餌料係数（F）との関係は直線で表わされ，両者の関係式は $F = 3.210 + 0.0126X$ で表わされる。

6. 餌料係数と増重倍率とは逆比例の関係がある。

7. 減耗率は一年魚では 23.58～53.83%，平均 34.31%，二年魚では 0.10～47.89%，平均 7.48%，三年魚では 5.52～26.44%，平均 5.52% を示し，高年魚に従つて低率となる。減耗率（N）と投餌日数（X）との関係は $N = 11.081\left(\frac{X}{200}\right)^{-2.067}$ で表わされる。

8．増重倍率と減耗率とは正比例する。

第二章　養鰻池に於ける鰻群体の分布に就いて

Chapter II. On the Distribution of the Eel-Shoals in the Cultured Pond.

1．研　究　目　的

養鰻池に養成されている鰻の棲息状態を究明することは集約的養鰻経営に於いて，池水を有効適切に利用する上からも，また鼻揚げ時に於ける適宜な処置を講じ，被害を最小限度にとどめる点からも極めて緊要なことである。本実験はかかる目的のために実施したものである。

2．実　験　方　法

同一條件に置かれた環境下の一つの池に於いては，一定量の餌料を摂取し終るに要する時間は，これを摂餌するために蝟集する鰻の個体数に比例するものであるから，池の各所に於いて同時に一定量の餌料を投与し，これが摂餌所要時間を測定し，摂餌所要時間の長短に依つて，鰻群体の多少を推定し，池中に於ける相互の鰻群体の分布状態を明らかにせんと試み，次の方法を実施した。

夏期に於ける実験には，適当に等間隔の距離を置いて池の幅に相当する長さの繩に，生餌を目刺した一定量の餌料を附し，池の各所に広く餌料が設置されるように繩を数列張り，これ等は何れも等間隔になるようにし，繩の両端を池の両側に立つて保持し，餌料が水面に接するように合図に依つて同時に投餌し，記錄係に水中に入れた時間から餌料が摂取し終るまでの時間秒時計で精確に記錄した。

冬期間摂餌しない時期の実験には排水し水深を約1尺として，1尺5寸の竹筒を池底に等間隔，等距離に配置し，この中に潜棲する鰻の出現率を調査することに依つて，棲息密度及び分布状態を明らかにした。

3．実　験　結　果

A．夏期に於ける分布

実験池は水産講習所吉田実習場1号池（226坪）で，放養されている供試鰻はシラス鰻50貫（11,685尾）である。池形，大きさは第49図の通りである。

実験1．投餌位置は第50図の通りである。餌料は各位置に600瓦宛投与した。実験期日は8月30日，水溫26.8°C，風力稍々強く，細枝を動かす程度で風向は東，天候は晴である。実験開始は午前9時15分，投餌位置st.1～st.3の水面には約16糎，st.3～st.5の水面には約8糎の巾の日陰がある。摂餌所要時間の測定結果は第133表の通りである。

即ち，此の結果に依ると，餌場を中心として st.1～st.4 の順序で摂餌を終了し，st.4 が終了後引續き st.8 が終了し，更に st.5 がこれに續く。此点から st.7～st.8 側よりも st.3～

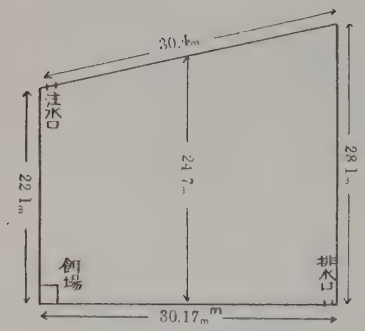


Figure 49. Shape and size of the experimental pond.

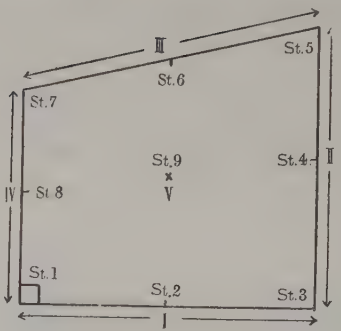


Figure 50. Showing the baiting position.

Table 133. Time needed for taking bait.

Feeding position	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Time needed	m s 1.20	m s 3.42	m 7	m s 10.40	m s 13.05	m s 18.55	m s 18.25	m s 11.50	—
Remarks			Many eels gathered in 5½ minutes after completion of St. 2.	Only 20 eels in 2½ minutes, gathered after completion of St. 3.					No appeared

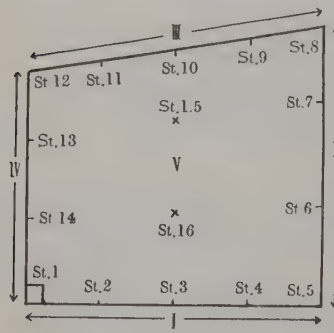


Figure 51. Showing the bar feeding position.

st.4 の側の方が早く摂餌され，魚群は餌場から逐次，以上の経過で移動する。st.6 が最後で，st.9 は st.6 が終了後30分を経過するも1尾も集る模様が認められなかつた。st.1～st.3 側の摂餌所要時間に対し st.6～st.7 に於いては約3倍の時間を要す。而して本実験では st.7～st.8 面よりも st.3～st.5 面の方が早く摂餌したのは，鰻が日陰を好む背光性に依るものと思考される。

実験 2. 投餌位置は実験1の場合よりも増加した。位置を示すと第51図の通りである。投餌量は前回と同じである。風向は東，風力は前回よりも稍強く雲量は5，天候は晴時々曇。実験は8月30日午後1時55分開始した。日陰は前回と逆で st.11～st.14 面に約16匹の中に存在する。各投餌位置に於ける摂餌所要時間の測定結果は第124表の通りである。

Table 134. Time needed for taking bait.

Feeding position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Time needed	m s 1.50	m s 4.20	m s 4.15	m s 3.30	m s 3.10	m s 6.25	m s 9.33	m s 13.32	m s 16.54	m s 21.30	m s 20.17	m s 11.26	m s 9.55	m s 6.10	—	—

本実験結果に依ると，餌場である st.1 が最も早く，st.1～st.5 の面が早いことは実験1の

場合と同様であつて，st.2 及び st.3 が st.4 及び st.5 よりも僅かに遅れて居るが，此の面の対辺となる st.9～st.11 の面よりも所要時間は約 1/5 に相当し，短時間である。st.14 がこれに次ぎ更に st.6 及び st.7 となる。以後 st.5～st.8 の面と st.12～st.14 の面とは接近した時間で互いに相續する。本実験では st.12～st.14 の面は餌場を中心として st.5～st.8 に比較して，より接近した位置に存在するにもかかわらず，時間的に略同じであることは魚群が餌場を中心として逐次左廻り運動を以つて移動しつつあることを示す。而して st.12～st.14 面には日陰があつたが，曇り時々晴の天候で日陰は実験中及びその前後に於いて不連續的に現われていた。池の周辺面では st.10 及び st.11 が最後であつた。池の中央部にある st.15 及び st.16 は st.10 が終了した直後数尾集まつて居るのが観測されたが，其の後2時間30分を経過しての観測では餌料の約 1/5 を摂餌するに過ぎないので実験を中止した。

実験 3. 投餌位置及び投餌量は実験2と同様である。実験は8月31日午前9時に開始した。雲曇9，風向は東，風力は零，池表面は波立たない。摂餌所要時間は第135表の通りである。

Table 135. Results of measurement on the time needed for taking bait.

Feeding position	Time needed	Remarks
1	7m 55s	Gathered immediately after set the bait.
2	10m 40s	〃
3	19m 55s	〃
4	28m 25s	〃
5	28m 00s	Suddenly decrease of eels due to depletion of bait in 20 min.
6	28m 00s	30 or about eels appeared in 7 min.
7	32m 32s	10 or about in 7 min., eels increased according to the depletions of bait at st.5 and 6 in 20 min.
8	43m 30s	40 or about in 7 min.
9	56m 50s	Eels increased in 24 min.
10	49m 20s	〃
11	44m 55s	〃
12	26m 28s	Suddenly increased after set the bait.
13	24m 20s	〃
14	19m 55s	〃
15	113m 00s	About 10 in 50 min., increased in 60 min.
16	75m 20s	Increased in 65 min.

本実験では実験1及び2の例に比較して餌付状態が一般に不良のため摂餌所要時間が長時間を費して居るが，この原因は昨日から曇天勝ちの天候のため鼻揚げ状態を示して居たためである。又曇天のために池の辺縁に日陰を生じなかつた点が著しい相違である。この実験結果に依ると摂餌所要時間は餌場が最も早く，st.1を中心として左廻りの群と右廻りの2群が認められ，st.1～st.5 及び st.12～st.14 の2面は略同時間の摂餌所要時間を要している。而して，st.1 と対角線上にある st.9 が最も遅く餌場から池の辺縁に従つて最遠部が最も所要時間が長い結果を示す。池の中央部となるst.15 及び st.16 では池の周辺部が終了して後 st.16, st.15 の順で摂餌が終了した。この現象は前2回の実験には見られなかつたものである。即ち魚群が st.16 に向う移動方向を附近の高所から観察した結果では，魚群は1群となつて

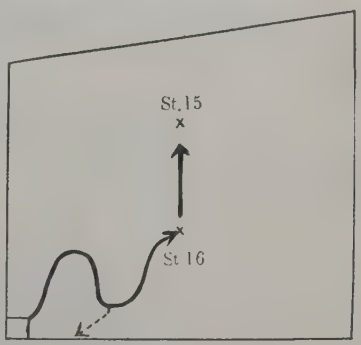


Figure 52. Emigration of eel-shoal.

第52図に示すように，黒線の矢の方向に餌場から st.16 に進み，A 点に於いて魚群の約 1/3 は元の餌場に帰り，残余は蛇行して st.16 に達し，摂餌終了後更に，st.15 に至つた。即ち，魚群は餌場を中心に池の周辺に沿つて棲息し，天候に支配されて魚群の一部は池の中央部に移動するもののようである。実験終了後2時間を経て本実験に使用した餌料の総重量 9600 瓦を餌場に於いて投与した結果，9分20秒の所要時間で摂餌した。即ち，この事実は常に餌場に魚群の大部分が棲息して居り，且，中央部に移動した魚群が復帰して居ることを示すものである。

実験 4. 投餌位置は実験2及び3と同様で，投餌量は 400 瓦とした。実験は9月2日午前10時20分に開始した。天候は雨で時々豪雨，無風である。各投餌位置に於ける摂餌所要時間を示すと第136表の通りである。

Table 136. Results of measurement on the time needed for taking bait.

Feeding position	Time needed for taking bait	Feeding position	Time needed for taking bait
1	1 m 34 s	9	17 m 40 s
2	9 m 47 s	10	17 m 42 s
3	6 m 06 s	11	19 m 10 s
4	8 m 44 s	12	6 m 00 s
5	11 m 12 s	13	6 m 00 s
6	15 m 40 s	14	10 m 36 s
7	16 m 23 s	15	38 m 10 s
8	17 m 57 s	16	31 m 40 s

本実験結果に依ると，餌場に当る st.1 が最も早いことは従前通りであつて st.12～st.14 の面が st.1～st.5 の面よりも僅かに早く終了し，st.8～st.12 面が最も遅く，st.15 及び st.16 えは池の周辺に於ける摂餌が終了してから魚群の一部が移動することは，実験3と同様である。

B. 冬期に於ける分布

冬期間は鰻が摂餌しないために竹筒に依つて実験した。

実験 1. 実験池は夏期の場合と同様1号池を使用し，実験期間は 12 月 4 日から 7 日までの3日間である。供試魚は約 20 貫（約 4000 尾推定），平均水深約1尺，12月4日午後3時，竹筒を 20 箇宛各実験位置に設置し 5 日午前 8 時 30 分，竹筒の両開口部を攬網で塞閉し，各位置の竹筒内に潜棲する鰻の尾数を調査した。以下同様の操作で3回測定した結果は第137表の通りである。実験位置は第50図に示す投餌位置と同じで，水深は st.3 が最も深く，st.7 が最も浅い。

Table 137. Number of catch at each feeding position.

Catch / Feeding position \ Date	Number of catch				
	Dec. 5	Dec. 6	Dec. 7	Total	Average
1	311	340	300	951	317
2	242	347	277	866	289
3	348	363	305	1016	339
4	330	316	281	927	309
5	28	0	49	77	28
6	14	1	5	20	7
7	34	20	6	60	20
8	198	245	41	484	191
9	6	2	0	8	3

上表で明らかなように，各実験位置に於ける捕獲尾数は st.1～st.4 が最も多いい傾向を示しそのうちで st.3 が最も多く，次いで st.1 で，餌場に隣接する st.8 は著しく減少し，捕獲尾数の傾向から見て，餌場を中心とせず，寧ろ st.3，即ち排水口部に当る水深の最も深い部分に棲息密度が最も大きく，夏期の場合とその趣を異にする。池の中央部が最も少なく，且，その位置 st.5～st.9 は密度が小である点は夏期の場合と同様である。

実験 2.　実験池は前回と同じで，実験は 12月 7日から 11日に 2回実施した。

本実験は棲息密度と池壁から池の中央部に向う距離との関係を明らかにする目的で実施した。実験位置は実験 1 の場合と同様で st.2 を距岸距離零米とし，池の中央部 st.9 が距岸距離 13 米となるように定め，その間に 8 地点を設置し，最初の 6 地点までを 1 米間隔，爾後 2 米間隔とし各地点に竹筒 10 箇を一束として設置した。夕刻各実験位置に設置し一昼夜放置し，翌朝，その捕獲尾数を調査した結果は第 138 表の通りである。

Table 138.　Relation between the distance from the edge of pond and the number of catch.

Feeding position	Distance from the edge of pond (meter)	Number of catch			
		Dec. 9	Dec. 11	Total	Average
1	0	139	158	297	149
2	1	152	157	309	155
3	2	104	91	195	98
4	3	57	70	127	64
5	4	59	63	122	61
6	5	20	4	24	12
7	7	1	1	2	1
8	9	6	0	6	3
9	11	0	1	1	1
10	13	0	1	1	1

本実験結果に依ると距岸 1 米迄が最も多く，4 米迄稍多く，5 米以上では激減する。即ち棲息密度は距岸距離に比例して，距岸 5 米迄は直線的に減少する。(第 53 図参照)

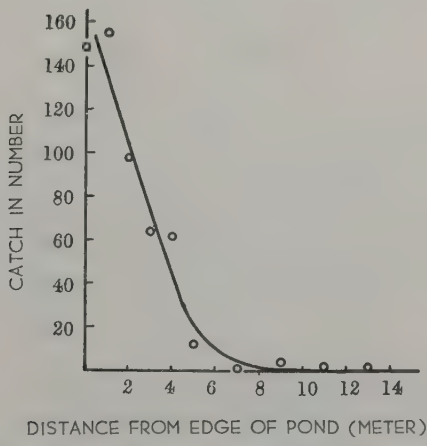


Figure 53.　Relation between the distance from the edge of pond and the number of catch.

4. 考　　察

以上の実験（冬期の第2実験を除く）に基いて実験池の各辺及び位置をⅠ面（実験1ではst.1～st.2，又実験2,3,4ではst.1～st.4），Ⅱ面（実験1ではst.3～st.4，又実験2，3，4，ではst.5～st.7），Ⅲ面（実験1ではst.5～st.6，又実験2，3，4ではst.8～st.11），Ⅳ面（実験1ではst.7～st.8，又実験2，3，4ではst.12～st.14），Ⅴ面（実験1ではst.9，又実験2，3，4ではst.15，st.16）の5区に分けて，夏期及び冬期の棲息密度の順位を表示すると第139表の通りである。

Table 139. Rank of population density of the eels at each side of ponds.

Seasons	Summer					Winter			
No. of experiment	1	2	3	4	Average	1	2	3	Average
Ⅰ side	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Ⅱ 〃	2	2	3	3	2	1	1	1	1
Ⅲ 〃	3	3	4	4	4	4	4	3	4
Ⅳ 〃	4	4	2	2	2	3	3	4	3
Ⅴ 〃	5	5	5	5	5	5	5	5	5

夏期では第Ⅰ面，即ち投餌場附近に棲息密度が大きい。これは投餌が常にこの場所に限定されている為であると考えられる。第Ⅳ面は第Ⅱ面より投餌場に近接しているにかかわらず，この両面の分布密度が等しいのは，摂餌後時計の針と反対の方向に移動するものが然らざるものより多い為と思われる。更に概括的に見て，池の周辺部の方が中心部より棲息密度が大きいことは，鰻は背光性を有する為に多くは周辺部に沿うて移動していることが察知される。このことは養鰻経営上大いに留意すべきことと考えられる。

冬期にも投餌場附近に棲息密度が可成り大であるが，それにも増して第Ⅱ面に多いのは，水温の変化の最も少い最深部に移行して越冬する結果と考えられる。また，冬期に於いてさえ中心部より周辺部に棲息密度が大であるのは，冬期と雖も背光性が強いことを示していると思われる。

5. 結　　論

池水面を集約的に利用するためには，鰻の棲息密度から改良すべき点が多く，本実験結果から次のような結論を導き得る。鰻は池の周辺に沿つて分布密度が大きく，多くの場合その棲息場は池の周辺部に限られ，中央部は水質異常時にのみ利用されると考えられるから，寧ろ池の中央部は浅くし，池中の有機，無機物の酸化還元を促進させ，栄養生成層たらしめ，水質が悪変して水を更新する場合，既存池水の排水を可及的に防止すべきである。投餌は従来一箇所で実施されているが，鰻の習性と分布密度から池の周辺に沿うて日陰を生ずる面か又はかかる場所を築造することに依つて，各所で行うことが餌料の効率を高め得ることになる。

第三章　養鰻池の生産量に就いて

Chapter III. On the Productivity of the Eel-Culture Ponds.

1. 既往の業績及び研究目的

静岡県榛郡川尻地方の養鰻業は大正11年（1922）に創業されて以来，急速な発達を遂げ，昭和16年（1914）には水面積約95町歩，年産額100万円に達し，集約的養鰻池として優秀な成績を收めている。養鰻池に於ける鰻の生産量は池の理化学的性状，養鰻技術，用水の化学的性質，地形，池の年令等に依つて相違するものと考えられる。稲葉，清石（1942）は底質中の主要成分と生産量との関係を明らかにした。著者は養鰻池の生産量を鰻の事業的生産量として，川尻地方の養鰻池に就いてこれを統計的に調査し，池の面積，池の年令等との関係を究め，養鰻池設計上の資に供せんと試みた。

2. 調 査 方 法

生産量は1カ年間に生産される鰻の事業的生産量に依つて算定した。即ち業者は6月頃から所謂「網差し」と称し，池換をすることなしに鰻池から成品鰻のみを撰別して販売し，1カ年間に1度，多くの場合 11 月頃から翌年4月頃迄に池換をし，在池鰻を全部取揚げてこれを成品鰻と原料鰻とに撰別し，前者は販売し，後者は繰越し原料として元の池に放養する。従つて「網差し」に依つて生産された量と，池換時に於ける生産量（成品鰻＋繰越原料）を調査し，成品鰻の合計を1カ年の事業的生産量とし，総計した量を收容極量とし此等の数値を池の水面積で除し単位水面積（1坪）当りの生産量及び收容極量として表わした。池の年令は池が新設されて以後の年数で示した。

3. 調 査 結 果 （附表第2参照）

調査池数は 143 個であつて，池の面積の調査結果は第 140 表及び第 54 図の通りである。

Table 140. Showing the area of the eel culture pond.

Area (tsubo)	250—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000	2000—2400	2400—2800	2800—3000
Frequency	4	9	28	71	20	4	4	1

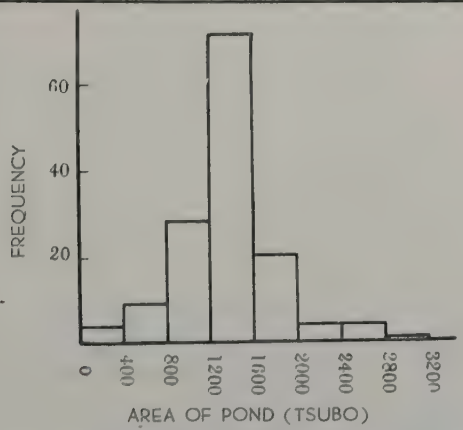


Figure 54. Area of eel culture pond in Kawajiri district.

即ち，最小 250 坪，最大 3000 坪で，最も普通の面積は 1200～1600 坪で 50.4 %を示し浜名湖地方，豊橋地方，福田地方の面積より小さい。

坪当り生産量の頻度を示すと第 141 表の通りである。

Table 141. Productivity per tsubo in pond during one year.

Productivity (kan per tsubo)	0.3—0.5	0.5—0.7	0.7—0.9	0.9—1.1	1.1—1.3	1.3—1.5	1.5—1.7	1.7—1.9	1.9—2.1	2.1—2.3	2.3—2.5	2.5—2.7	2.7—2.9
Frequency	2	4	11	13	28	27	18	16	13	3	3	2	1

坪当り收容極量の頻度を示すと第 142 表の通りである。

Table 142. Maximum capacity per tsubo in pond during one year.

Max. capacity (kan)	0.8—1.0	1.0—1.2	1.2—1.4	1.4—1.6	1.6—1.8	1.8—2.0	2.0—2.2	2.2—2.4	2.4—2.6	2.6—2.8	2.8—3.0	3.0—3.2	3.2—3.4
Frequency	2	5	15	22	31	21	16	12	8	5	1	2	2

生産量及び收容極量の平均値を求めると第 143 表の通りである。

Table 143. Mean values of the productivity and the maximum capacity, per tsubo (kan).

Items	Productivity (kan per tsubo)	Maximum capacity (kan per tsubo)
Mean value	1.44 ± 0.03	1.85 ± 0.03

即ち 1 ヵ年間の生産量は坪当り 0.31 貫乃至 2.86 貫を示し，平均 1.44 貫であり，收容極量は 0.50 貫乃至 3.32 貫を示し，平均 1.85 貫である。従つて收容極量の 77.8 %が生産量で，22.2 %が繰越原料量を示す。而して生産量と收容極量の相関を示すと第 144 表の通りである。

Table 144. Correlation table between the productivity and the maximum capacity (unit is kan).

Max. capacity (kan) ＼ Productivity (kan)	0.3—0.5	0.5—0.7	0.7—0.9	0.9—1.1	1.1—1.3	1.3—1.5	1.5—1.7	1.7—1.9	1.9—2.1	2.1—2.3	2.3—2.5	2.5—2.7	2.7—2.9
0.5 ～ 0.7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.7 ～ 0.9	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.9 ～ 1.1	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.1 ～ 1.3	—	2	3	2	1	1	—	1	—	—	—	—	—
1.3 ～ 1.5	—	—	1	10	3	1	—	2	—	—	—	—	—
1.5 ～ 1.7	—	—	—	—	18	6	3	—	—	—	1	—	—
1.7 ～ 1.9	—	—	—	—	6	15	2	1	—	—	—	—	—
1.9 ～ 2.1	—	—	1	—	—	4	11	2	1	—	—	—	—
2.1 ～ 2.3	—	1	1	—	—	—	2	6	4	—	—	—	—
2.3 ～ 2.5	—	—	1	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—
2.5 ～ 2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	5	2	1	—	—
2.7 ～ 2.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
2.9 ～ 3.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
3.1 ～ 3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.3 ～ 3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

即ち両者には相関関係が認められるが，141 例中 8 例特に異常のものがあつて，其の 4 例は生産量大で收容極量が小さく，他の 4 例は生産量小で收容極量が大きい。而して前者は差し原料としての種苗の補充が著しく悪い場合であり，後者は收容量は極量に達するも放養魚の成長が悪い場合で，何れも養殖経営の立場からは不良のものであると考えられる。

池の面積と生産量との関係を表示すれば第 145 表の通りである。

Table 145. Correlation table between the area of pond and its productivity (kan per tsubo).

Productivity (kan) \ Area (tsubo)	250—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000	2000—2400	2400—2800	2800—3000
0.3 ～ 0.5	—	1	—	1	—	—	—	—
0.5 ～ 0.7	1	—	1	1	—	—	1	—
0.7 ～ 0.9	1	1	2	5	1	1	—	—
0.9 ～ 1.1	—	—	2	6	4	—	1	—
1.1 ～ 1.3	—	—	4	15	6	—	—	2
1.3 ～ 1.5	—	2	6	15	2	—	—	—
1.5 ～ 1.7	—	1	6	11	2	—	—	—
1.7 ～ 1.9	1	2	2	8	1	1	1	—
1.9 ～ 2.1	1	1	1	5	3	1	—	—
2.1 ～ 2.3	—	1	2	—	1	—	—	—
2.3 ～ 2.5	—	—	—	3	—	—	—	—
2.5 ～ 2.7	—	—	1	1	—	—	—	—
2.7 ～ 2.9	—	—	—	—	—	—	1	—

池の面積と收容極量との関係を表示すると第146表の通りである。

Table 146. Correlation table between the area of pond and its maximum capacity.

Max. capacity (kan) \ Area (tsubo)	250—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000	2000—2400	2400—2800	2800—3000
0.3 ～ 0.5	—	1	—	—	—	—	—	—
0.5 ～ 0.7	—	—	—	—	—	—	—	—
0.7 ～ 0.9	1	—	—	1	—	—	—	—
0.9 ～ 1.1	—	—	1	1	1	1	—	—
1.1 ～ 1.3	1	—	2	5	2	—	1	—
1.3 ～ 1.5	—	1	2	11	2	—	1	—
1.5 ～ 1.7	—	2	6	14	4	—	—	2
1.7 ～ 1.9	—	1	5	13	5	—	—	—
1.9 ～ 2.1	—	—	4	14	1	—	—	—
2.1 ～ 2.3	1	—	4	4	3	1	1	—
2.3 ～ 2.5	1	2	—	4	1	—	—	—
2.5 ～ 2.7	—	2	3	2	1	1	—	—
2.7 ～ 2.9	—	—	—	1	—	—	—	—
2.9 ～ 3.1	—	—	1	1	—	—	—	—
3.1 ～ 3.3	—	—	—	—	—	—	—	—
3.3 ～ 3.5	—	—	—	—	—	—	1	—

各面積別に生産量及び收容極量の平均値を求めると第147表，第55図の通りである。

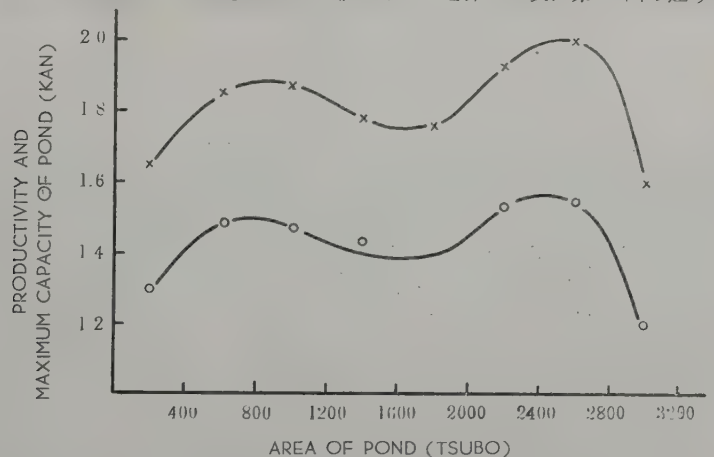


Figure 55. Relation between the area of pond and the productivity and the maximum capacity per tsubo.
○, productivity. ×, maximum capacity in pond.

Table 147. Relation between the areas of pond and its productivity and maximum capacity per tsubo.

Mean value ＼ Area (tsubo)	250—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000	2000—2400	2400—2800	2800—3000
Productivity (kan)	1.30	1.49	1.47	1.43	1.35	1.53	1.55	1.20
Max. capacity (kan)	1.65	1.86	1.87	1.78	1.76	1.93	2.05	1.60

池の面積と生産量及び收容極量との関係は 600 坪乃至 1000 坪及び 2200 坪乃至 2600 坪の面積に生産量の最大量を示し，1400 坪乃至 1800 坪の面積では減産を示し，生産量及び收容極量とは平行的に変動する。3000坪では急激に減産を示す。前章で明らかなように養鰻池に於ける鰻の棲息場所は平常に於いては，池の周辺に局限され，又第4章で明らかにする通り放養密度と生産量とは密接な関係があつて，密度小なる程成長量は大であるが，ある限度に於いて極限を示し，爾後減産量は少ない2点から考察すれば，生産量及び收容極量の減量を示す 1400

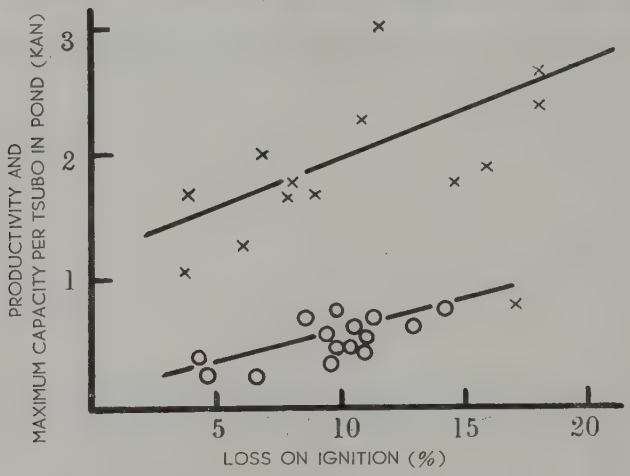


Figure 56. Relation between the maximum capacity (kan) and the loss on ignition of mud in pond.
○, productivity. ×, maximum capacity in pond.

坪乃至 1800 坪の面積は放養密度の成長に及ぼす限界点と鰻の利用する周辺の面積との交叉点となるために生ずるものである。浜名湖及び福田地方の養鰻池の面積は 3000 坪以上のものであるが稲葉，清石（1942）の調査した坪当り生産量（本文に於ける收容極量に該当する）は浜名湖地方では，0.21 貫～0.79 貫，平均0.43 貫，福田地方では 0.27 貫～0.86 貫，平均 0.44貫で川尻地方に於ける 1.85 貫に対し約五分の一を示し，著しく少ない。これは要するに，池水面の集約的利用度の相違に依るものであつて，集約的養鰻業にあつては高度の効果を挙げる為には，池水面積には大きさの制約があることを示す。稲葉，清石（1942）は浜名湖地方と川尻地方との生産量の相違を底質の有機物量と全窒素の含有量の相違に依るものとした（第56図）。而してこれ等有機物量と全窒素量は池水面の集約的利用度に依つて相違するから，両地方の底質の相違は地質学的土壌及び用水の水質学的相違に依るものではなく，寧ろ造池後に於ける養鰻経営に基く池中の浮游生物，其の他底棲生物等の生物の遺骸の分解，及び使用餌料の成

分の溶出並びに残存餌料の分解，蓄積等に依る人為的生成分であると思考される。従つて，底質の化学的組成の相違は池の利用度—池の面積—に依るものとすれば，浜名湖地方と川尻地方に於ける生産量の相違が首肯される。

池を造築し，養鰻経営を開始した年を以つて池令1年とし，池令と收容極量との関係を表示すると第148表の通りである。

Table 148. Relation between the age of pond and its maximum capacity.

Age of pond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	17	18
Number of pond investigated	5	11	1	3	3	17	12	24	32	6	2	2	5	1	2
Average capacity of pond (kan)	1.44	1.45	1.50	1.50	1.70	1.93	1.99	1.92	1.99	2.02	1.77	2.15	2.02	2.02	2.30

池令4年，即ち造池後4ヵ年までは收容極量は 1.44～1.50 貫で低調であるが， 5年より増加の傾向を示し，18年頃迄逐次増加し，特に5年～10年の間急激に増加する。本調査の結果では，池令 18 年にあつても收容極量の減少は認められない。一般に造池後数年間は生産が悪いと謂われているが，業者の多年の体験を立証するものである。

当地方の養鰻池は大正9年（1920）に築造されたもので，調査池数と池令との関係は当地方の斯業発達の消長を示すものと考えられる。

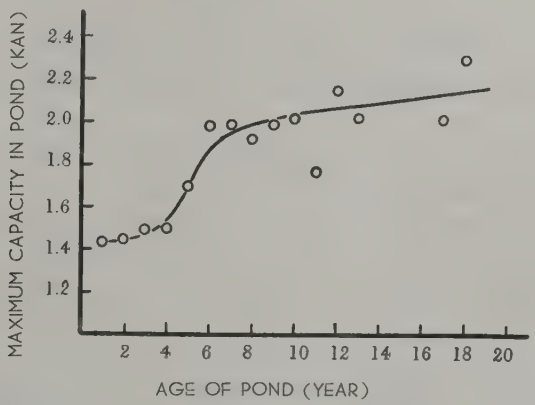


Figure 57. Relation between the age of pond and the maximum capacity of pond.

稲葉，清石（1942）の底質の分析結果と池令との関係を図示すると第58図の通りである。池令10年以上の測定値は18年のもの1例だけであるので判断が困難であるが，8年までは造池後有機物量（%）は急速に増加の傾向が明らかであり，全窒素量は6年頃迄減少後増加の傾向を示す。従つて生産量及び池の面積と生産量との関係は全窒素量よりも有機物量の影響が大きいものと思考される。

4. 摘　　要

1. 川尻地方の養鰻池の面積は 250 坪乃至 3000 坪で 1200～1600 坪が 50.4% を占める。

2. 1ヵ年間の生産量は坪当り 0.31 貫乃至 2.86 貫，平均 1.44 貫を示し，收容極量は 0.50 貫乃至 3.32 貫，平均 1.85 貫である。

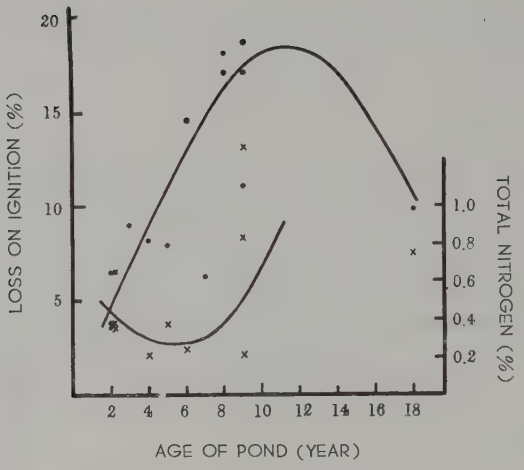


Figure 58. Relation between the age of pond and amount of the total nitrogen and the loss on ignition of mud of pond.

3. 生産量と收容極量とは相関々係が認められ，両者の関係が異例のものは養鰻経営上不良である。

4. 池の面積と生産量及び收容極量との関係は 600～1000 坪及び 2200～2600 坪の面積が最大量で，1400～1800 坪で減産し，3000 坪以上は著しく減産する。

5. 池の面積は生産量と密接な関係があり，池の集約的利用度に基く有機物，全窒素量の影響を支配する。

6. 池令と收容極量とは密接な関係が認められ，造池後 4 年迄は生産量は低い。

第四章　放養密度が生産量に及ぼす影響

Chapter IV. On the Influences of the Eel Population Density upon the Productivity of Pond.

I. 既往の業績及び研究目的

PEARL と PARKER (1925) が Drosophila を豊富な餌料と充分な空気を与えた条件下に於いても，一定容積中にあつては，密度の増加に伴つて蕃殖率が減少し，且平均寿命が短縮することを報告して以来，水棲生物では，寺尾，田中 (1928) はタマミジンコの蕃殖に及ぼす群居密度及び群衆増大と培養液量との関係，更にメダカの産卵に及ぼす群居密度に就いて研究し群居密度 (x) と蕃殖 (y) との関係式は $y = ax^b$ であることを明らかにした。養魚上の見地から WILLER と SCHNIGEWBERG (1927) は河鱒の放養密度と斃死率及び成長との関係を明らかにし，川尻 (1928) は紅鱒に就いて同様な実験をなし，密度の大きい方が減耗少なく体

Table 149. Results of Exp. A.

Periods	Amount of cultured eels per tsubo (momme)	Amount of cultured		Catch		Individual body weight (momme)		Increasement of body weight (momme)	Amount of food (Kan) (days for feeding)	Frequency of dyspnea
		Weight (momme)	No.	Weight (momme)	No.	Releasing time	Catch time			
I (May 18～June 14)	50	360	8,549	1,060	8,314	0.04	0.13	700	4,785 (28)	9
	100	730	16,871	1,700	15,045	0.04	0.11	970	7,640 (28)	9
	150	1,090	28,552	2,080	20,768	0.04	0.10	990	9,450 (28)	13
	30	290	8,049	1,000	6,705	0.04	0.15	710	6,020 (28)	13
II (June 17～July 15)	50	360	2,346	700	1,939	0.15	0.36	340	5,750 (29)	2
	100	730	6,130	1,000	4,864	0.12	0.21	270	7,650 (29)	10
	150	1,090	10,850	1,410	10,666	0.10	0.13	320	9,300 (29)	13
	66	1,000	6,705	1,620	6,625	0.15	0.24	620	8,500 (29)	13
III (July 17～Aug. 17)	50	360	1,033	600	964	0.35	0.62	240	2,585 (22)	3
	100	730	3,699	1,100	3,234	0.20	0.34	370	4,405 (22)	8
	150	1,090	8,756	1,450	8,192	0.12	0.18	360	5,035 (22)	9
	107	1,620	6,625	2,500	6,460	0.24	0.39	880	7,480 (22)	12
IV (Aug. 17～Sep. 15)	50	360	597	690	491	0.61	1.41	330	1,890 (29)	—
	100	730	3,234	1,380	1,872	0.23	0.74	650	3,345 (29)	—
	150	1,090	8,192	2,040	6,064	0.13	0.34	950	5,680 (29)	4
	165	2,500	6,460	3,740	6,162	0.39	0.61	1,240	8,145 (29)	11
V (Sep. 18～Oct. 15)	50	360	251	500	248	1.43	2.02	140	550 (27)	—
	100	730	896	1,250	880	0.81	1.42	520	2,210 (28)	—
	150	1,090	3,102	1,560	2,563	0.35	0.61	470	3,060 (28)	7
	247	3,740	6,162	4,700	5,835	0.61	0.81	960	7,360 (28)	11

	50	360	185	430	180	1.95	2.39	70	225 (23)	—
Ⅵ	100	730	527	800	517	1.39	1.55	70	800 (23)	—
(Oct. 18～Nov. 12)	150	1,090	1,803	1,220	1,772	0.60	0.69	130	1,170 (23)	—
	311	4,700	5,835	4,760	5,748	0.81	0.83	60	2,415 (23)	—

Table 150. Results of exp. B.

Periods	Amount of cultured eels per tsubo (momme)	Amount of cultured		Catch		Individual body weight (momme)		Increasement of body weight (momme)	Amount of food (kan) (days for feeding)	Number of decrease
		Weight (momme)	No.	Watght (momme)	No.	Releasing time	Catch time			
	30	290.4	5,874	830	5,277	0.05	0.16	539.6	2,540 (30)	597
	50	363.0	6,477	823	5,723	0.05	0.14	460.0	3,700 (30)	754
Ⅰ	80	580.8	10,426	1,120	8,947	0.05	0.13	539.2	5,130 (30)	1,479
(May 17～June 16)	120	871.2	17,525	1,841	14,717	0.05	0.13	920.0	6,500 (30)	2,806
	20	193.6	3,970	650	3,678	0.05	0.18	456.4	2,150 (30)	292
	30	290.4	1,935	720.4	1,903	0.15	0.38	430	6,350 (27)	32
	50	363.0	2,622	723.0	2,499	0.14	0.29	360	6,150 (27)	123
Ⅱ	80	580.8	4,602	1,220.8	4,582	0.13	0.27	640	9,000 (27)	20
(June 19～July 15)	120	871.2	6,770	1,501.0	5,990	0.13	0.25	630	10,300 (27)	780
	67	650.0	3,678	1,260	3,427	0.18	0.37	610	10,050 (27)	251
	30	290.4	802	600.4	763	0.36	0.79	310	1,600 (27)	39
	50	363.0	1,276	803.0	1,175	0.28	0.68	440	5,100 (27)	101
Ⅲ	80	580.8	2,369	1,304.8	1,818	0.25	0.74	760	5,700 (27)	551
(July 15～Aug. 18)	120	871.2	3,677	1,691.2	2,966	0.24	0.57	820	7,100 (27)	711
	127	1,225.0	3,327	2,370	3,076	0.37	0.77	1,145	9,750 (27)	251

	30	290.4	440	625.4	375	0.66	1.67	335	3,320 (28)	65
Ⅳ	50	363.0	618	763.0	578	0.59	1.32	400	3.320 (28)	40
(Aug. 21～Sep. 17)	80	580.8	914	1,096.8	856	0.64	1.35	516	3,410 (28)	58
	120	871.2	1,574	1,671.2	1,530	0.55	1.09	800	5,270 (28)	44
	237	2,290.0	2,976	3,383	2,956	0.77	1.14	1,093	11,470 (28)	20
	30	290.4	176	420	175	1.65	2.40	129.6	9,100 (27)	1
Ⅴ	50	363.0	284	420	274	1.28	1.53	57.0	610 (27)	10
Sep. 20～Oct. 17)	80	580.8	416	700	416	1.40	1.68	119.2	1,880 (27)	—
	120	871.2	812	1,120	788	1.07	1.42	248.8	2,550 (27)	24
	340	3,300.0	2,856	4,390	2,856	1.16	1.54	1,090	9.100 (27)	466

Table 151. Weight-multiplication rate, food quotient., decreasing rate and average body weight per eel in exp. A.

Population density	Items \ Period	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Average
50 momme	W	1.94	0.99	0.67	0.92	0.39	0.19	0.68
	F	6.80	16.9	10.8	5.7	3.9	3.2	7.9
	N	2.80	17.4	6.7	17.8	1.2	2.7	6.4
	Average b. w. (momme)	0.13	0.36	0.62	1.41	2.02	2.39	1.16
100 momme	W	1.33	0.37	0.51	0.89	0.71	0.10	0.65
	F	7.90	28.3	11.9	5.2	4.3	8.9	11.1
	N	10.80	20.7	12.6	12.8	1.8	0.2	9.2
	Average b. w. (momme)	0.11	0.21	0.34	0.74	1.42	1.55	0.73
150 momme	W	0.91	0.29	0.33	0.87	0.43	0.12	0.49
	F	9.5	29.1	14.0	6.0	6.5	9.0	12.3
	N	27.3	1.7	6.4	6.3	17.4	1.7	10.1
	Average b. w. (momme)	0.10	0.13	0.18	0.34	0.61	0.69	—

Unadjusted density (momme)							
	W	2.45	0.62	0.54	0.50	0.26	0.01	0.73
	F	8.50	13.7	8.5	6.6	7.7	40.3	14.2
	N	16.70	1.2	2.5	4.7	5.3	1.5	5.3
	Average b. w. (momme)	0.15	0.24	0.39	0.61	0.81	0.83	0.5

Remarks : W, weight-multiplication rate.　F, food quotient.　N, decreasing rate.

Table 152. Weight-multiplication rate, food quotient., decreasing rate and average body weight per eel in exp. B.

Population density	Items / Period	I	II	III	IV	V	Average
30 momme	W	1.86	1.48	1.07	1.15	0.45	1.20
	F	4.71	14.8	5.20	9.92	12.12	9.35
	N	10.2	1.6	4.8	14.7	—	6.3
	Average b. w. (momme)	0.16	0.38	0.79	1.67	2.40	1.08
50 momme	W	1.27	0.99	1.21	1.11	0.16	0.95
	F	8.05	17.5	11.59	8.30	12.40	11.57
	N	11.1	4.8	7.9	6.0	3.5	7.7
	Average b. w. (momme)	0.14	0.29	0.68	1.32	1.53	0.79
80 momme	W	0.93	1.12	1.31	0.89	0.21	0.89
	F	9.51	14.3	7.50	6.61	16.00	10.79
	N	14.2	0.50	23.2	6.5	—	8.9
	Average b. w. (momme)	0.13	0.27	0.74	1.35	1.68	0.83
120 momme	W	1.11	0.72	0.94	0.92	0.29	0.80
	F	6.70	16.3	8.69	6.60	10.25	9.71
	N	16.1	11.4	20.0	2.9	2.9	10.7
	Average b. w. (momme)	0.13	0.25	0.57	1.09	1.42	0.69
Unadjusted density (momme)	W	2.36	0.94	0.94	0.48	0.33	1.01
	F	4.71	16.4	8.52	10.58	8.34	9.71
	N	7.4	7.4	7.5	4.8	—	5.4
	Average b. w. (momme)	0.18	0.37	0.77	1.14	1.54	0.80

Remarks : weight-multiplication rate.　F, food quotient.　N, decreasing rate.

重は軽く，密度の多少は全体重から見た増重率には影響の少ないことを明らかにした。川尻，畑，村井（1930），川尻，畑（1935）は之を確め，川尻（1949）はヒメダカに就いて群居密度の増大は産卵数並びに孵化率を減少せしむる傾向があることを示した。鰻については，かゝる根本問題に関する業績がなく，準據するものがないにもかゝわらず，シラス鰻養成に重要であるので本実験を試みた。

2. 実験方法並びに材料、經過

供試材料は昭和13年2月から4月の期間及び昭和14年2月から4月の期間中に採捕したシラス鰻の餌付けしたものである。実験池は長さ8米，巾3米，平均水深 1.5米のコンクリート製池3個を実験 A に，又長さ8米，巾4米，平均水深 1.5米の池4個を実験 B に夫々使用した。用水は完全止水で鼻揚現象が著しい時にのみ池水の一部を換水した。

実験 A は昭和13年に実験し，放養密度坪当り 50匁，100匁，150匁の3群に，実験 B は昭和14年に実施し，坪当り30匁，50匁，80匁，120匁の4群とし，夫々同容積の池に放養し30日毎に取揚調査し，その間に増重した量を除去して放養密度を補正した。実験 A 及び B の対照群並びに比較群として，実験 A では坪当り 30匁，実験 B では坪当り 20匁放養して30日毎に取揚調査し，これ等の群は放養密度の補正を行わなかつた。従つて飼育日数と共に放養密度が増大する群である。実験 B に於ける坪当り 50匁の放養密度は実験 A との比較群として用いた。

実験期間は実験 A では5月18日から11月12日，実験 B では5月17日から10月11日迄である。而してこの期間中を実験 A では6期に，実験 B では5期に分けて調査した。

使用餌料は実験 A では5月18日から6月25日迄，実験 B では5月17日から 6月24日迄は，鰻 民の扔民を皿上に收容して投餌し，以後は鰻の目刺を用いた。投餌は1日につき午前中1回とし，残存餌料は2時間後に秤量して摂餌量を求めた。

3. 実　驗　結　果

実験 A の測定結果は第149表，実験 B の測定結果は第150表の通りである。

実験結果から増重倍率（W），餌料係数（F），減耗率（N）及び一尾の平均体重を求め表示すると第151表（実験 A）及び第152表（実験 B）の通りである。

a. 実験 A の結果

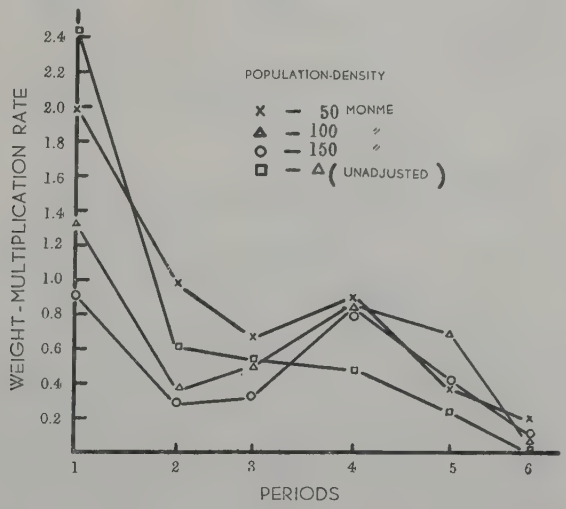


Figure 59. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.

放養密度と増重倍率との関係を図示すると第59図の通りである。増重倍率は8月までの第3期迄の結果は，放養密度50匁群では第1期 1.94，第2期 0.99，第3期 0.67，放養密度100匁群では第1期 1.33，第2期 0.37，第3期 0.51，放養密度 150 匁群では第1期 0.91，第2期 0.29，第3期 0.33 を示し，明らかに放養密度が小さい程増重倍率は顕著に大きく，而も各群間の差異は顕著である。然るに9月に於ける第4期では，放養密度 50 匁群は 0.92，100 匁群は 0.89，150 匁群は 0.87 を示し，各群の差異は僅小である。10月に於ける第5期の結果は，放養密 50 匁群では 0.39，100 匁群では 0.71，150 匁群では 0.43 で，11月に於ける第6期の結果では，放養密度50匁群では 0.19，100 匁群では 0.10，150匁群では 0.12 を示し，第5期では放養密度 100 匁群の場合に最高率，第6期では逆に最低率を示しているが各群の全期間の平均値を以つて示すと，放養密度 50 匁群では 0.68，100 匁群では 0.65，150 匁群では 0.49 で，増重倍率は放養密度が小さい程高率を示す。而して最初放養密度を 30 匁として爾後放養密度の補正を行わなかつた対照群では，放養密度の変化は第1期では 30 匁，第2期では 66 匁，第3期では 107 匁，第4期では 165 匁，第5期では 247 匁，第6期では 311 匁を示す。この増重倍率は第1期では 2.45 で放養密度 50 匁群よりも大きく最高率を示し，第2期では 0.62 で，放養密度 50 匁群と 100 匁群の中間に存在し，何れも放養密度と密接な関係がある。第3期では第4期間に亘つて他の各群は高率になる傾向を示すのに反して低率の傾

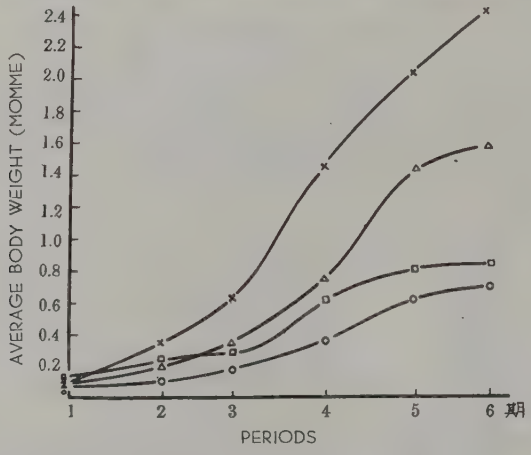


Figure 60. Relation between the average body weight and the population density.

×, density of 50 momme per tsubo.　　△, density of 100 momme per tsubo.

○, density of 150momme per tsubo.　　□, unadjusted density.

向を示し，0.54 で僅かに 100 匁群よりも良好であるが第4期に至り益々低率となり，150 匁群が 0.87 であるのに対し 0.50 で最低率，第5，第6両期に於いてもそれぞれ 0.26，0.01 の最低率で放養密度の増大に伴つて，明らかに増重倍率の低下が認められ，その影響の見られる時期は第3期で放養密度 107 匁であり，顕著な時期は第4期放養密度 165 匁の時である。従つて，100～165 匁の放養密度が増重倍率に著しい影響を及ぼすものと考えられる。

一尾の平均体重の成長量と放養密度との関係は第60図に示した通りである。

放養密度 50 匁群は各調査時期に於いて 0.13 匁，0.36 匁，0.62 匁，1.41 匁，2.02 匁，100 匁群では 0.11 匁，0.21 匁，0.34 匁，0.74 匁，1.42 匁，1.55 匁，150 匁群では 0.10 匁，0.13 匁，0.18 匁，0.34 匁，0.61 匁，0.69 匁を示し之等3群の成長曲線は，明らかに放養密度が小さいもの程良好であり，3群に顯著な差異が認められ，而も，放養密度 50 匁群は実驗末期に於いても上昇の傾向があるのに対し，100 匁群は 10月（第5期）には低下し，150 匁群は初期から極めて低調である。放養密度を補正しない群は実驗初期に於ける放養密度の小さい期間に成長が良好であるが，放養密度の増加に伴つて低下を示す。即ち各調査時期に従つて 0.15 匁，0.24 匁，0.39 匁，0.61 匁，0.81 匁，0.83 匁である。特に8月（第3期）及び 11月（第6期）に於いて顯著であつて，増重倍率と同一傾向を示し，放養密度 107 匁が放養密度の極限を示すものの様に考えられる。

餌料係数と放養密度との関係は第 61 図に示す通りである。

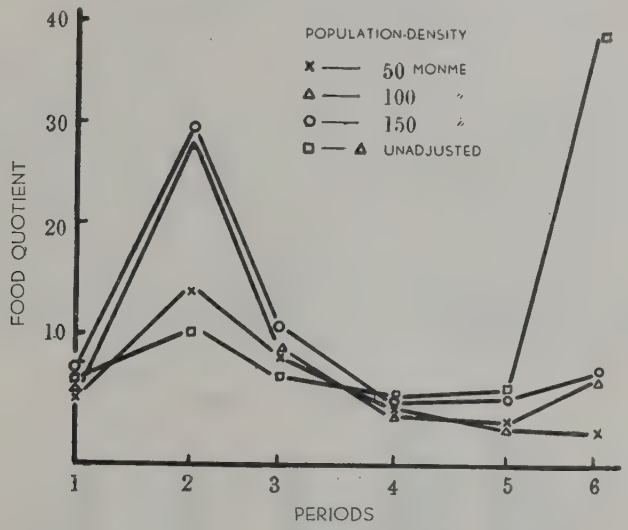


Figure 61. Relation between the population density and the food quotient.

餌料係数は放養密度50 匁群では各調査時期に従つて，6.8，16.9，10.8，5.7，3.9，3.2，100 匁群では 7.9，28.2，11.9，5.2，4.3，8.9，150 匁群では，9.5，29.1，14.0，6.0，6.5，9.0 を示し，本実驗では第2期に高率であるが平均値は 50 匁群 7.9，100 匁群 11.1，150 匁群 12.3 の示す様に，明らかに放養密度が小さい程餌料係数は小である。而して，放養密度の補正を行わない群は各調査時期に従つて，8.5，13.7，8.5，6.6，7.7，40.3 で，各群の最高率を示す時期は 9 月（第4期）に現われ，11月（第6期）には他の各群より断然高率を示す。従つて増重倍率及び平均体重と放養密度との関係に於いて最高率に転換する時期が餌料係数では1ヵ月遅れて生じ，その際の放養密度は 165 匁である。

減耗率と放養密度との関係は第 62 図に示す通りである。

減耗率は各調査時期に従つて，放養密度 50 匁群では 2.8%，17.4%，6.7%，17.8%，1.2%

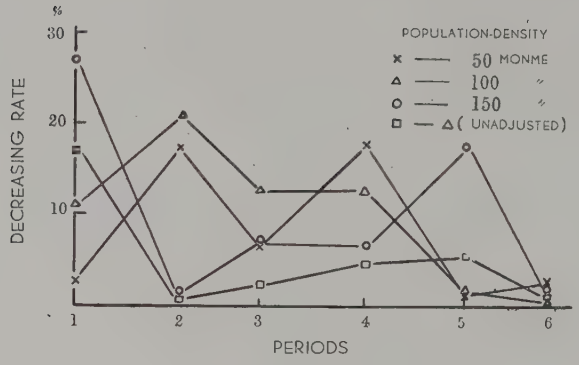


Figure 62. Relation between the population density and the decreasing rate.

2.7%，100 匁群では 10.8%，20.7%，12.6%，12.8%，1.8%，0.2%，150 匁群では 27.3% 1.7%，6.4%，6.3%，17.4%，1.7%を示し，放養密度 50 匁群では 9 月（第 4 期）に最大を示す他は殆んど低率で第 5，第 6 両期は各群共に低率であるが，第 5 期に 100 匁群が最大で，各群にかゝる例外的高率を示す場合があるが，平均値に就いて見ると放養密度50匁群では 6.4%，100 匁群では 9.2%，150 匁群では 10.1%を示し明らかに放養密度が小さい程減耗率が低下する傾向がある。鼻揚げの発生頻度は一定水量の場合か又は過量の残存餌料の存在がなく，植物性プランクトンが一定の場合は放養量に関係があるものと考えられる。何故ならば鼻揚げ現象は多くの場合水中の溶存酸素量の欠除に基く呼吸困難の現象であるからである。各放養密度と鼻揚げ現象の出現頻度との関係を図示すると第 63 図の通りである。

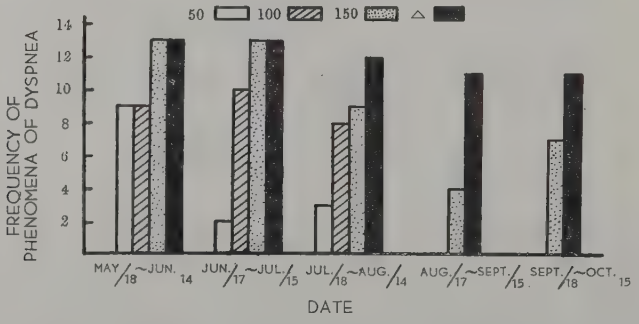


Figure 63. Relation between the population density and the frequencies of the dyspnea of eel.

即ち放養密度と鼻揚げ出現頻度との間には密接な関係が窺われ，放養密度 150 匁群及び対照群は他の群に比較して頻度が大である。

b. 実驗 B の結果

増重倍率と放養密度との関係を図示すれば第 64 図の通りである。各調査時期に従う放養密

度は放養密度 30 匁群では 1.86, 1.48, 1.07, 1.15, 0.45, 50 匁群では，1.27, 0.99, 1.21, 1.11, 0.16, 80 匁群では 0.93, 1.12, 1.31, 0.89, 0.21, 120 匁群では 1.11, 0.72, 0.94, 0.92, 0.29を示し，放養密度30 匁群では 8 月（第 3 期）に，放養密度 50 匁群及び 80 匁群の両群と比較して低率である他は常に最高率を示す。放養密度 50 匁群は 10月（第 5 期）にのみ各

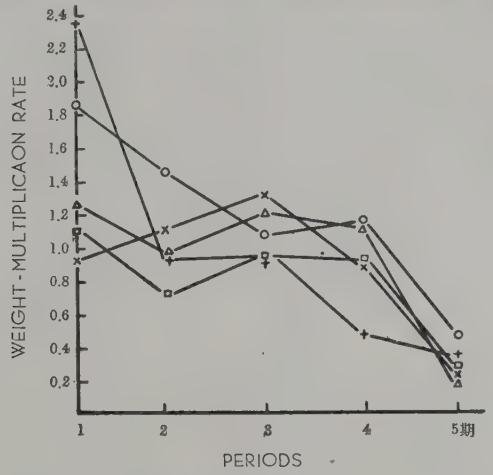


Figure 64. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.

○, density of 30momme per tsubo. △, density of 50momme per tsubo. ×, density of 80momme per tsubo. □, density of 120momme. +, unadjusted density.

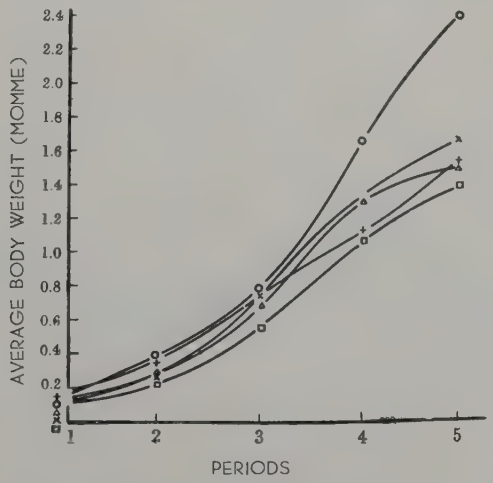


Figure 65. Relation between the population density and the average weight of body.

○, density of 30momme per tsubo. △, density of 50momme per tsubo. ×, density of 80momme per tsubo. □, density of 120momme. +, unadjusted density.

群よりも最低率である他はすべて 30 匁群に次いで高率を示し，放養密度 80 匁群は 6 月（第 1 期）に最低率で 7 月（第 2 期）には 30 匁群と 50 匁群の中間にあり，8 月（第 3 期）には最高率，9 月（第 4 期）には 50 匁群より低率，10月（第 5 期）には 120 匁群よりも低率である。放養密度120 匁群では略各群よりも低率である。此等各群の増重倍率の平均値は放養密度 30 匁群では1.20,50 匁群では0.95，80 匁群では 0.89，120 匁群では 0.80 で，実驗 A と同様に放養密度が小さい程増重倍率は高率を示す関係が明らかである。而して，放養密度を補正しない対照群は 6 月（第 1 期）では最高率で 2.36 を示し，7 月（第 2 期)は 50 匁群の下位にあつて，0.94，8 月（第 3 期）には 120 匁群と同率，9 月（第 4 期）には最低率，10月（第 5 期）では 0.33 で 30 匁群の下位にあつて高率を示す。放養密度の変化は第 1 期に 20匁，第 2 期に 67匁，第 3 期に 127匁，第 4 期に 237 匁，第 5 期は 340 匁であつて，第 5 期を除いて，各群の放養密度に応じて増重倍率の変化が認められる。

一尾当り平均体重と放養密度との関係は第 65 図に示した通りである。

平均体重は各調査時期に従つて，放養密度 30 匁群では 0.16匁，0.38匁，0.79匁，1.67匁，2.40匁，50 匁群では，0.14匁，0.29 匁，0.68 匁，1.32 匁，1.53 匁，80 匁群では 0.13匁，0.27 匁，0.74 匁，1.35 匁，1.68 匁，120 匁群では 0.13匁，0.25匁，0.57匁，1.09匁，1.42 匁である。即ち，放養密度 30 匁が最も良好な成長曲線を示し，放養密度 120 匁が最悪の成長曲線である。然るに 80 匁群は第 2 期迄は 50 匁群に劣るが爾後良好な成長曲線を示し，逆に 50 匁群が第 3 期以後低調な成長度を示し，両群間に相反した関係が見られる。而して，対照群は第 3 期迄は著しく良好な成長曲線を示すがその後放養密度が増大するに伴つて低下し，増重倍率の場合と同様に 120 匁群よりも良好であるが，之は初期に於ける良好な成績が強く影響しているものと考えられる。何れにせよ，以上各群の成長量の差異は実驗 A と比較して僅小であるが，放養密度 30 匁群は例外である。而して，対照群の成長度の低下する放養密度は，127 匁である。

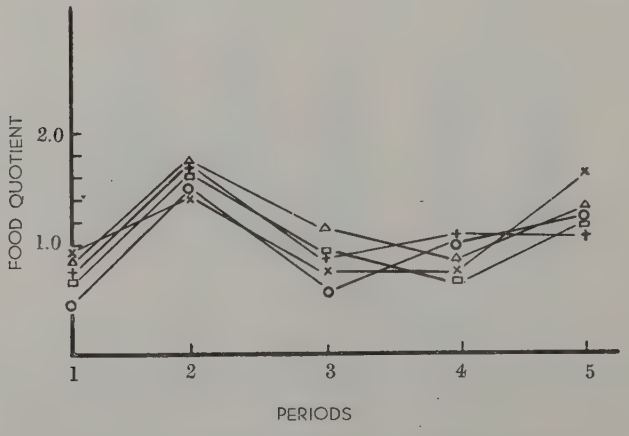


Figure 65. Relation between the population density and the food quotient.

○, density of 30momme per tsubo. △, density of 50momme per tsubo. ×, density of 80momme per tsubo. □, density of 120momme. +, unadjusted density.

餌料係数と放養密度との関係を図示すれば第66図の通りである。

餌料係数を調査時期に従つて，放養密度30匁群では4.71，14.80，5.29，9.9，12.12，50匁群では8.1，17.5，11.6，8.3，12.4，80匁群では9.5，14.3，7.5，6.6，16.0，120匁群では6.7，16.3，8.7，6.6，10.3である。即ち各群の餌料係数の差異は僅小である。餌料係数の平均値を以つて比較すると，30匁群では9.35，50匁群では11.57，80匁群では10.79，120匁群では9.71で30匁群が最低率，50匁群が最高率を示し，80匁及び120匁群では両群の中間にあり，而も120匁群が80匁群よりも低率という異常現象が現われている。この原因は増重倍率の影響と後述する通り対照群の減耗率が良好を示す点から池換に伴う取扱の不備に起因するものと考えられる。放養密度を補正しない対照群にあつては，調査時期に従つて4.71，16.4，8.5，10.6，8.3で，その平均値は9.71で120匁群と同率という異常を示す。

減耗率と放養密度との関係は第67図に示す通りである。

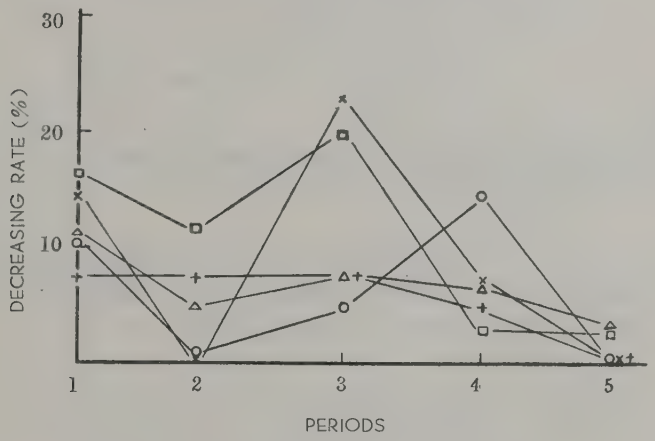


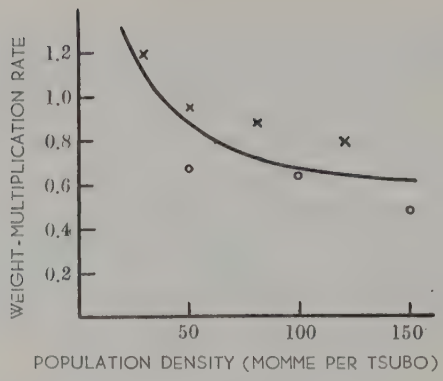
Figure 67. Relation between the population density and the decreasing rate.

○, density of 30momme per tsubo. △, density of 50momme per tsubo. ×, density of 80momme per tsubo. □, density of 120momme. +, unadjusted density.

減耗率は調査時期に従つて，30匁群では10.2%，1.6%，4.8%，14.7%，0%，50匁群では11.1%，4.8%，7.9%，6.0%，3.5%，80匁群では14.2%，0.5%，23.2%，6.5%，0%，120匁群では16.1%，11.4%，20.0%，2.9%，2.9%である。減耗率の平均値は30匁群では6.3%，50匁群では7.7%，80匁群では8.9%，120匁群では10.7%で，明らかに減耗率と放養密度との関係が認められる。即ち減耗率は放養密度が小さい程小である。而して対照群は調査時期に従つて7.4%，7.4%，7.5%，4.8%，0%で，その平均値は5.4%を示し30匁群よりも低率で最も良い。

c. 実験A及び実験Bの綜括

実験Aと実験Bとの比較群として用いた（放養密度50匁群が両者に共通の密度であるので）放養密度50匁群について見ると増重倍率は実験Aでは6.8，実験Bでは9.5，餌料係数は実験Aでは7.8，実験Bでは11.5，減耗率は実験Aでは6.3%，実験Bでは7.7%



Figurs 68. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.
○, A of experiment; ×, B of experiment.

平均体重は実験 A では 2.39 匁，実験 B では 1.53 匁で相違する，これは実験 A と実験 B が実験年度を異にする結果，蚕種技術，気象，種蚕等を異にするためのものと考えられる。

実験 A 及び B の増重倍率の平均値と放蚕密度との関係を図示すれば第 68 図の通りである。

即ち両者の関係は抛物線で表わされ，従って，両者の対数を夫々放蚕密度 x，増重倍率を y とし図示すれば第 69 図の通りであって実験 A と実験 B は夫々略直線を示すから $y=ax^b$ の関係式が成立するので，係数 a，b を求めれば次式が成立する。

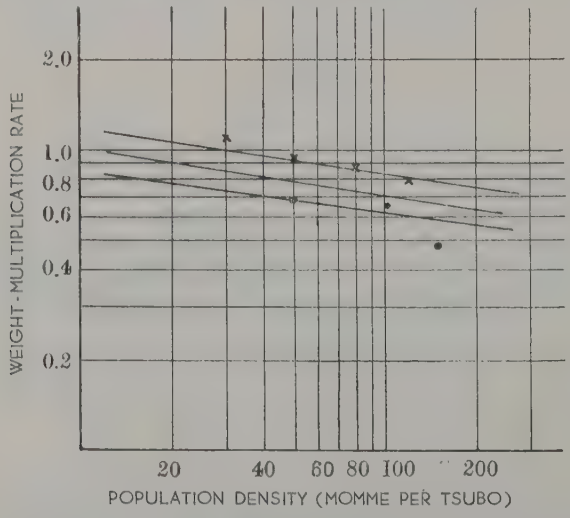


Figure 69. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.
●, A of experiment. ×, B of experiment.

実験 A では　　$y = 1.080x^{-0.145}$

実験 B では　　$y = 1.486x^{-0.149}$

而して両者の平均値では　　$y = 1.150x^{-0.147}$ である。

同様に平均体重，飼料係数及び減耗率と放養密度との関係を図示すれば第 70 図の通りである。

即ち，之等は何れも直線で表わされる。従つて両者の関係は夫々 $y=ax$ である。平均体重を W，飼料係数を F，及び減耗率を N，放養密度を X とし，夫々の係数 a を求めると次式が成立する。

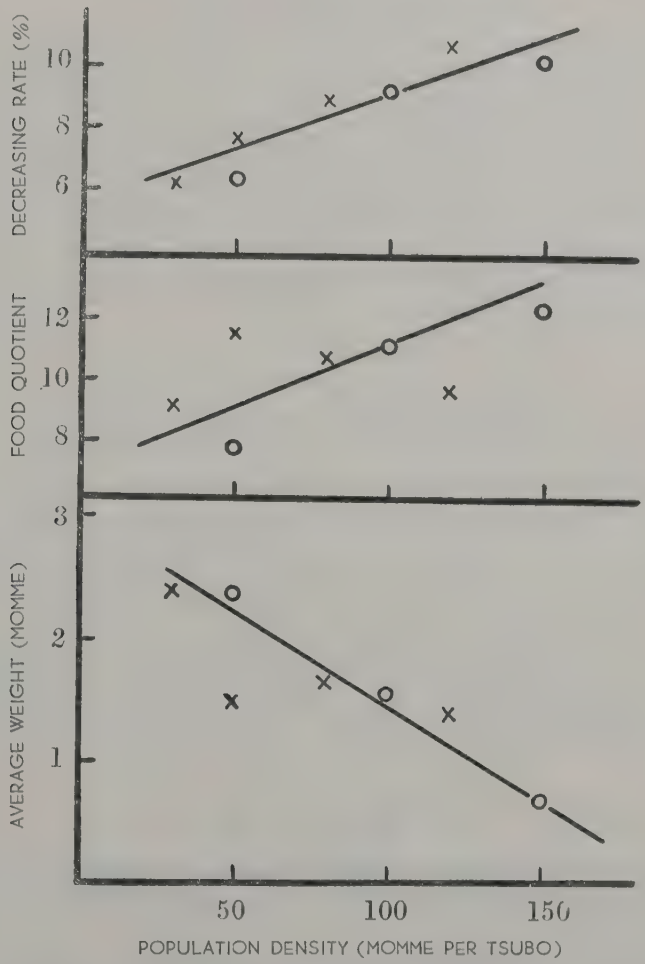


Figure 70. Relation between the population density and the decreasing rate, food quotient and average weight of a fish.
○, A of experiment. ×, B of experiment.

即ち　$W = 0.097X - 2.594$
$F = 1.042X + 2.50$
$N = 0.075X + 1.982$　で表わされる。

4. 考　　察

放養密度と増重係数との関係は $y=ax^b$ の関係式で表わされ，寺尾，田中 (1928) がメダカ及びタマミジンコ，川尻 (1949) がヒメダカに就いて産卵に及ぼす群居密度の影響に関し実験した結果と同一の関係式を以つて示され，従つて，放養密度は蕃殖率のみでなく増重率に就いても同様の関係があつて，放養密度が大きくなるに従つて増重率は低下する。而して本実験に於いて放養密度の影響が増重率に及ぼす限界点は実験 A では増重倍率が 50 匁群で 0.68，100 匁群で 0.65 を示し近似値であるのに対し 150 匁群では 0.49 で顕著な低率を示す点及び放養密度を補正しない対照群では放養密度 107 匁より 165 匁に移行する時期に於いて平均体重及び増重倍率が著しく低率となり，又実験 B では放養密度が 127 匁の時期に顕著な低率が見られる点等から考察すれば，放養密度 100 匁乃至 150 匁が放養密度の限界点である。鼻揚げ現象の出現頻度は放養密度と関係があつて，放養密度が大きくなれば鼻揚げの頻度が大である。かゝる原因は溶存酸素の消費に依るものと考えられる。実験 A 及び B を綜合して，放養密度と餌料係数，減耗率，平均体重との関係は $y=ax$ の関係式が成立し，又投餌日数と餌料係数，平均体重との関係は $y=ax^b$ で表わされる。

実験 A 及び B の比較群として供試した 50 匁群の比較実験結果が実験 A と実験 B で異なるのは，主に実験年度の相違に依る環境及び種苗の相違に起因するものと思考せられる。実験 B に於ける，50 匁群と 80 匁群とが異常を呈する原因は，この実験例に於ける放養量を補正しない対照群の減耗率が良好を示す点から考えて，補正に基く実験操作の不備に依るものと思考される。実験 A は実験 B に比較して，各放養密度の差異が大きく，後者が小さいのは放養密度が前者では 50 匁を単位とし，後者では 20～40 匁を単位とした単位の相違に基くものと考えられる。

川尻 (1928)，川尻，畑，村井 (1930)，川尻，畑 (1935) は紅鱒及び河鱒の放養密度の成長，減耗，産卵，孵化に及ぼす研究で，密度が大きい方が減耗少なく，平均体重軽く，且，生産量に影響が少ない結果を得た。著者の鰻に就いての実験とは，平均体重に関して一致し減耗率及び生産量に関しては全く相反する結果を示す。之は鱒類と鰻とでは飼育方法が異なり，前者は用水が流水性，後者は止水性であつて，従つてかゝる養成方法の相違に基いて放養密度の影響が異なるためと考えられる。

5. 摘　　要

1. 放養密度 (x) と増重倍率 (y) との関係は $y=1.150x^{-0.147}$ の関係式が成立する。
2. 放養密度が増重率に及ぼす限界点は，坪当り 100 匁乃至 150 匁の範囲内で寧ろ 100 匁に偏す。
3. 放養密度 (x) と一尾の平均体重 (w) との関係は，$w=0.097x-2.594$ で表わされる。
4. 放養密度 (x) と餌料係数 (F) との関係は $F=1.042x+2.50$ で表わされる。
5. 放養密度 (x) と減耗率 (N) との関係は $N=0.075x+1.982$ で表わされる。

6. 放養密度と鼻揚げ現象の出現頻度とは密接な関係があり，密度が大きい程頻度が大である。

第五章　種苗の大きさの変異度と生産量との関係

Chapter V. On the Infulence, Caused by the Variant Degrees in Size of the Fry upon the Productivity of Pond.

1. 既往の業績及び研究目的

著者（1936 a）に依ると，養鰻技術は收納時に生産される魚体の大きさの変異度と密接な関係があるとした。然らば，放養時に於ける魚体の大きさの変異度が生産量に如何なる影響を及ぼすかは，養鰻法にあつては重要な問題となる。現在業者が実施して居る方法では1ヵ年間に少なくとも1回は池換してその後に撰別し，商品価値のある大きさの鰻を所謂成鰻として販売するのであるが，経営上の種々の関係上不完全な撰別であるために，池に残存する鰻は大は成鰻から小は種鰻に至るまであつて，変異度は極めて大である。而もその上に，成鰻の大部分は撰別されて除去される代りに所謂「差し原料」と称せられる，1尾 10～20匁の変異度を有する種鰻が増補される。従つて，現行の養鰻法では変異度が極度に大きい状態で養成されて居ることになる。かゝる方法が果して，鰻の生産に有利か否かを検討するために本実験を実施した。

2. 実験方法並びに経過

実験場所は水産講習所吉田実習場（静岡県大井川河口）の IV_4 及び IV_5 号池で，両池共に水面積は 45.375坪（長さ 20米，巾 7.5米，水深 1.5米），用水は河水で止水である。

供試材料は昭和12年4月，吉田実習場附近の河川で採捕したシラス鰻を出来る限り同一条件で，溯河後満1ヵ年間養成したもので昭和13年4月5日に実験を開始し，8月22日終了した。

実験は変異度の小さい A 群と変異度の大きい B 群に分け，変異度の大小は，供試魚を大，中，小の3群に撰別し，各群を混合したものを B 群とし，大群に属するものゝみを選んで A 群とした。両群の組成並びに放養量，池名，一尾の大きさ等は第153表の通りである。

Table 153. Specimens.

Group	Name and area of pond	Amount of culture		Weight per eel	Degree of variation of body length
		Weight (momme)	Number of individuals		
A	IV_4 (45.375 tsubo)	9,000	5,903	1.53	
B	IV_5 (45.375 tsubo)	9,000	8,203	1.97 0.85 0.46	5,000 momme (2,538 Ind.) 3,000 momme (3,498 Ind.) 1,000 momme (2,167 Ind.)

餌料は生鰯肉を使用し，一日に午前9時頃一度投餌し，投餌量は投餌前及び一昼夜放置し残存した量を秤量し，摂取された量を求めた。中間調査は1ヵ月に一回池換々なし，総重量，投

餌量，尾数等を調査後，共の儘元の池に放養し，放養密度を補正せず実験を継続した。而して IV_1 及び IV_2 号両池には特記すべき顕著な飼育上の相違はなく，鼻揚げ現象はその程度に多少の差異があつて，多くの場合 B 群に大であつたが一方に発生し他に生じない場合は認められない。7月22日調査後，池の都合上，2日間活籠に收容し流水中に蓄養したため，両池共に3日以後 Saprolegnia の寄生に依つて尾ズレ病に罹患し，7日間に若干の斃死魚を摘出した。両池の調査後の餌付き状態は，共に同程度に良好であつた。

3. 実　験　結　果

実験結果を表示すると第154表の通りである。

Table 154. Results of experiment.

Group	Date	At time of fishing: Weight (momme)	At time of fishing: Number	Average weight	Increase of weight (momme)	No. of decreased	Amount of food (momme)	Feeding period (days)
A	May 20	14,400	—	—	5,400	—	30,250	44
	Jun. 19	15,200	4,615	32.9	800	1,288	7,120	28
	July 22	20,300	4,507	45.0	5,100	108	42,840	31
	Aug. 22	23,300	4,326	53.9	3,000	181	33,900	26
	Total	23,300	4,326	—	14,300	1,577	114,110	129
B	May 21	16,700	—	—	7,700	—	31,350	48
	Jun. 19	17,900	7,464	24.0	1,200	739	24,360	28
	July 22	20,200	6,480	31.2	3,700	984	58,440	30
	Aug. 22	22,400	6,002	37.3	2,200	478	33,000	26
	Total	22,400	6,002	—	13,400	2,201	147,150	132

上表から増重倍率（W），餌料係数（F），減耗率（N）を夫々次式に依つて求め，これらを表示すると第155表の通りである。

$$W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}, \qquad F = \frac{f}{w_1 - w_0}, \qquad N = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100$$

w_0 ‥‥放養時の重量，　w_1 ‥‥收納時の重量，　n_0 ‥‥放養尾数，　n_1 ‥‥收納時の尾数

f ‥‥総投餌量

Table 155. Relation between the degree of variation of fry and the weight-multiplication rate, food quotient and decreasing rate.

Date	Weight-multiplication rate (W): A Gr.	Weight-multiplication rate (W): B Gr.	Food quotient (F): A Gr.	Food quotient (F): B Gr.	Decreasing rate (N): A Gr.	Decreasing rate (N): B Gr.
May 20～21	0.60	0.86	5.6	4.1	—	—
Jun. 19	0.06	0.07	8.9	20.3	5.87	9.01
July 22	0.34	0.13	8.4	15.8	2.30	13.08
Aug. 22	0.14	0.11	11.3	15.0	4.90	7.37
From May 20 to Aug. 22. (140 days)	1.59	1.49	7.9	10.9	11.80	26.80

即ち，増重倍率では，6月19日迄は A 群よりも B 群が優つておるが爾後 A 群が優勢となり，実験終了時に於いては，A群 1.59，B 群 1.49 を示し，B 群に比して約6%大となる。一尾の平均重量は全期を通じて，A 群が遙かに優る（第71図参照）。

餌料係数は5月20～21日には，B 群の効率が良好な以外はすべて A 群が良好で，実験終了時に於いては A 群が 7.9，B 群が 10.9 を示し，変異度の小さい群が約 30% 餌料効率の優

位が認められる。

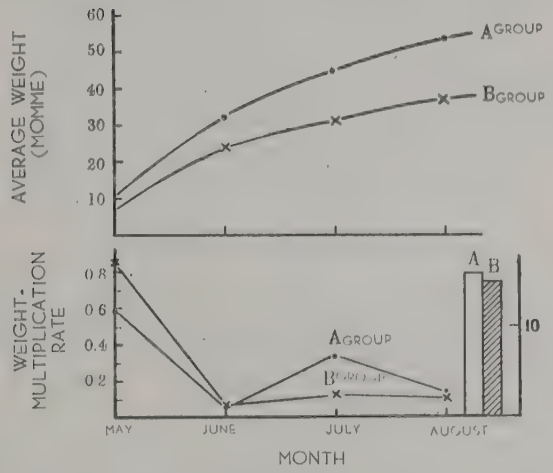


Figure 71. Relation between the variation of fry's size and the weight-multiplication rate and average body weight.

減耗率は調査時期を通じて A 群が B 群よりも小さい。

即ち，増重倍率，飼料係数，減耗率，一尾の平均体重等いづれに就いても変異度の小さい群が大きい群よりも遙かに優位である事を示す。

4. 考　　察

変異度の大きい B 群は，魚体の小さい群を 20% 以上存在するが，魚体の小さいものは大きいものに比して増重倍率が大きく，飼料係数が小であり而も減耗率は大きいのが一般である。（第1章参照）従って，B 群は A 群よりも此等養殖技術を示す因子及び成長度の優位を示すべき筈の群が混入しているので，優位を示すべきであるにもかかわらず結果は全く相反する。これが原因を追究することに依って，本問題を解決する上の鍵となると考えられる。即ち，変異度の大きい群は，魚体の大きさが不均一のために，此等の生飼生態を観察すると，魚体の大きい個体は魚体の小さい個体を圧迫して，多量に生餌するばかりでなく，摂餌頻度も多い，従って成長良好である筈の魚体の小さい群は一定量の飼料では成長に必要な充分な飼料を摂取する余地を得ないので，反対に魚体の大きい群のみが益々成長する結果となる。換言すれば魚体の大きい群は小さい群の成長を阻害して大きい群が成長し，変異度が更に増大するものと考えられる。而して減耗率は魚体の小さいもの程大である。（第1章参照）かつ大小両群の混養をする場合には小さい群に減耗の大きい結果が現われるのは当然である。更に，鰻は共喰い現象が認められる点からも減耗が類推されるであろう。

著者は大，小両群の減耗率の相違に就いて再検討するために次のような実験を行った。（第156表）

12.1 坪の池に大群と小群とを混養して，両池の減耗を比較したものであるが小群の減耗が

Table 156. Difference of the decreasing rate due to the variation of size of the eel.

Feeding periods	At time of stocking (May 17)		63 days		116 days	
Size of body	No.	Wt. (momme)	No.	Decreasing rate	No.	Decreasing rate
Larger group (average weight 13 momme)	100	1,306	95	5.0%	89	11.0%
Smaller group (average weight 0.85 momme)	411	350	311	24.3	224	45.5

201 days (Dec. 2)			Weight-multiplication rate.
No.	Decreasing rate	Wt. (momme)	
67	33.0%	2,200	0.69
209	49.1	850	1.43

Remarks : Larger group shows 13 momme in average body weight, smaller group shows 0.85 momme in average body weight.

著しく，上述の原因を立証し得た。(第72図)

飼料係数は変異度の大きい群が小さい群よりも大であつて，有効に飼料が利用されて居らないことを示す。かゝる事実は，魚体の大きい群が多量摂餌する結果，飼料係数の小さい筈の小型の群に余り利用される機会が少ないためと，逆に魚体の大きい群は飼料係数が大であるからであつて，増重倍率の関係と共に興味ある問題である。

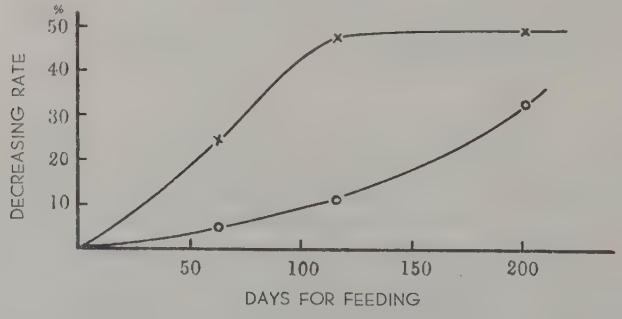


Figure 72. Relation between the degree of variation of body's size and the decreasing rate.
×, group of large variation. ○, group of small variation.

5. 結　　論

種苗の大きさの変異度の大きい群は，小さい群に比較して増重倍率，飼料係数，減耗率等養鰻技術を支配する諸要素が劣る。従つて，現行養鰻法に於ける差し原料に関しては充分考慮し改良すべきであつて，此等養鰻技術を支配する諸要素を優位にするためには，屢々在池鰻を整理し，魚体の大きさを統一し，出来得る限り変異度を小さくする必要がある。かゝる方法を採用することに依つて生産量を或る程度増加せしめることが可能である。

第六章　投餌量が成長度，減耗率，餌料係数及び変異度に及ぼす影響

Chapter VI. On the Influence of the Quantity of Food upon the Growth Rate, Decreasing Rate, Food Quotient and Degree of Variation in Fry.

1. 既往の業績及び研究目的

松井（1939）に依ると，養鰻経営上成鰻の生産費を大別すると種苗費と餌料費で，餌料費は全生産費の 39.5％を占める重要なものである。従つて，投餌量の程度は鰻の生産量並びに生産費に多大の影響を及ぼすものであつて，鰻の体重維持餌料量を決定することは養鰻経営上必要であるにもかゝわらず，かゝる業績は従来なく，業者は魚体が要求する最大量を投餌するのを一般原則として採用して居る現状である。本実験は生産費を最小極度に引下げ，合理的経営に資する目的を以つて，適切且有効な投餌量を決定するために実施したものである。

2. 実　験　方　法

供試魚は餌付けの完了したシラス鰻で，一尾平均体重 0.04 瓦のものを 3 群分け，夫々投餌量を放養量の 15％，10％，5％に定め，各群の放養量を同一にし，実験期間は 5 月20から10月 8 日迄とし，138日間であつて，之を 5 月20日から 7 月 8 日迄48日間を第 1 期，7 月 9 日から 8 月23日迄45日間を第 2 期，8 月23日から10月 8 日迄45日間を第 3 期とし，各期間毎に放養量を補正し，同一の放養密度とし，放養密度は坪当り 100 瓦乃至 40 瓦に規定して，成長に伴う放養密度の相違に依る誤差を除去する様に努めた。

餌料は生鰡肉の挽肉を使用し，実験末期の20日間は鰡を目刺しして使用した。投餌は 1 日午前中に 1 回とし，残余の餌料は秤量して摂餌量を以つて示した。

大きさの変異度は第 1 期終了時に各群から無意選択法に依つて 100 尾宛採集して体長，体重を測定し，平均値，標準偏差を求め之に依つて変異係数を算出して示した。

3. 実　験　結　果

実験結果を表示すると第 157 表の通りである。

実験期間中は各実験池の水温差が認められず，鼻揚げ現象は 6 月12日に 15％投餌量区に認められ，6 月13日に 5％投餌量区に所謂水変り現象が発生して，藍緑色の水色が暗褐色に変化し，1 週間後には回復した以外に相違した現象は認められなかつた。

第 1 期に於ける大きさの変異度の測定結果は第 158 表の通りである。

第 157 表に示す測定結果から，増重倍率，餌料係数，減耗率を求め，表示すれば第 159 表の通りである。

第 1 期の実験結果に依ると 10％及び 5％両投餌量区では收納時に於ける取揚量は放養量よりも減少し，10％投餌量区では 48 瓦，5％投餌量区では 248 瓦の減量を示す。減耗率を見る

Table 157. Experimental results on the influence of the quantity of food.

Periods	1st period (May 20～July 8)			2nd period (July 9～Aug. 23)			3rd period (Aug. 23～Oct. 8)		
No. of days for feeding	48 days			45 days			45 days		
Amount of food	15%	10%	5%	15%	10%	5%	15%	10%	5%
Area (tsubo)	9.68	9.68	9.68	45.375	45.375	45.375	45.375	45.375	45.375
Density (momme per tsubo)	100	100	100	16.3	16.3	16.3	42.7	42.7	42.7
At time of stocking Wt. (momme)	963	963	968	740	740	740	1,940	1,940	1,940
At time of stocking No.	20,736	20,518	20,433	10,950	8,950	15,440	6,613	6,450	5,955
At time of fishing Wt. (momme)	1,057	920	720	2,660	2,130	1,120	5,043	4,090	3,120
At time of fishing No.	15,213	11,357	16,045	8,721	6,974	3,559	6,323	5,595	3,822
Average b. w. per eel At time of stocking	0.04	0.04	0.04	0.07	0.08	0.05	0.30	0.30	0.32
Average b. w. per eel At time of fishing	0.07	0.08	0.04	0.31	0.31	0.31	0.80	0.73	0.81
Increase of b. w. (momme)	82	−48	−248	1,920	1,390	330	3,103	2,150	1,180
No. of decrease	5,523	9,131	4,393	2,229	1,976	11,881	285	855	2,134
Amount of food (momme)	3,045	2,072	1,036	7,610	4,954	2,722	17,450	12,300	6,700

Table 158. Sizes according to several degree of amount of food.

Items / Amount of food	Range		Mean value		Standard deviation		Variation coefficient	
	Body weight (gr)	Body length (cm)	Body weight (gr)	Body length (cm)	Body weight (gr)	Body length (cm)	Body length	Body weight
15 %	0.08～0.9	5.6～12.5	0.71±0.04	5.98±0.08	1.24±0.06	0.53±0.03	17.77±0.85	74.64±5.16
10 %	0.1 ～0.8	5.3～10.9	0.57±0.02	5.69±0.07	1.09±0.05	0.23±0.01	16.29±0.78	40.35±2.21
5 %	0.08～0.9	5.5～ 8.7	0.44±0.01	6.20±0.04	0.64±0.03	0.16±0.01	10.32±0.49	38.59±2.08

Table 159. Weight-multiplication rate, food quotient and decreasing rate due to the amount of food.

Items / Period	Weight-multiplication rate			Food quotient			Decreasing rate		
	15%	10%	5%	15%	10%	5%	15%	10%	5%
I	0.09	—	—	3.71	—	—	26.7	44.5	21.4
II	2.60	1.88	0.51	3.99	3.57	7.20	20.5	22.1	78.3
III	1.60	1.11	0.61	5.62	5.73	5.68	4.3	13.3	35.7

と，10%投餌量区では 44.5%，5%投餌量区では 21.4% で，前者は後者に比して著しく大で約2倍を示す点からすれば，増重量は逆の関係にあり，従つて，増重量は 10%投餌量区が5%投餌量区よりも優る事を示すものである。而して 15%投餌量区では増重倍率が 0.09 を示し，後者のそれよりも著しく低率であることは，第1期にあつてはいづれの投餌量区も低率を示し共通の現象であつてこの事実は実験開始に当つて，環境が急変したためと，供試魚が充分餌付がなかつた原因に依るものと思考される。10%投餌量区の減耗率が他の両群よりも著しく大きい原因は不明である。餌料係数は 15%投餌量区では 3.71 を示し，他の両群は 100 以上で比較にならない。

第2期に於いては，増重倍率は 15%投餌量区では 2.60，10%投餌量区では 1.83，5%投餌量区では 0.51 で，投餌量に正比例する関係があり，5%投餌量区は 15%投餌量区の約5分の1である。減耗率は 15%投餌量区では 20.5%，10%投餌量区では 22.1%，5%投餌量区では 78.3% を示し，投餌量が少い程高率で増重倍率に及ぼす影響が大きい。餌料係数は 15%投餌量区では 3.99，10%投餌量区では 3.57，5%投餌量区では 7.20 で，15%投餌量区と10%

投餌量区との差は僅少であるが，10%投餌量区が最も優つている。而して両区は5%投餌量区に比し約2倍を示すが，之は5%投餌量区の減耗率の顕著な高率と関係しているものと思考される。

第3期に於いては，増重倍率は 15%投餌量区では 1.60，10%投餌量区では1.11，5%投餌量区では 0.61 で，投餌量に正比例する関係を示す。而して 15% 投餌量区は5% 投餌量区の約3倍である。減耗率は15%投餌量区では 4.3%，10%投餌量区では 13.3%，5%投餌量区では 35.7%で，投餌量に逆比例し，15%投餌量区は5%投餌量区の約5分の1を示す。餌料係数は 15%投餌量区では 5.67，10%投餌量区では 5.73，5%投餌量区では 5.68 で，各投餌量区に著しい差異は認め難い。

大きさの変異度は 15%投餌量区では体長 17.8，体重 74.6，10%，投餌量区では体長 16.3，体重 40.4，5%投餌量区では体長 10.3，体重 38.6 を示し，投餌量に正比例する関係を示し，投餌量が小さい程変異度が小さい。

1尾の平均体重に就いて成長度を比較するに，15%投餌量区の第1期では 0.07 匁，第2期では 0.31 匁，第3期では 0.80 匁，10%投餌量区の第1期では 0.08 匁，第2期では 0.31匁，第3期では 0.73 匁，5%投餌量区の第1期では 0.04 匁，第2期では 0.31 匁，第3期では 0.81 匁である。即ち第1期では 15%投餌量区と 10%投餌量区は5%投餌量区と比較して約2倍大であるが，第2期には各群共に同重となり，第3期では5%投餌量区が大となり15%投餌量区，10%投餌量区の順となり，5%投餌量区の成長が最初は極めて悪く，時間の経過に従つて最も良好な成長を示す。

4. 考　　察

投餌量の少ない群は投餌量の多い群に比して，減耗率が高率である事実は，増重倍率及び餌料係数，一尾平均体重の成長量に影響を及ぼすものである。投餌量の少ない投餌区の減耗率の大きい原因として考察されることは，鰻の食性が貪食性であるから摂餌量を制限した場合には，摂餌不充分に基く抵抗性欠除の群を生じ，互いに友喰の犠牲となるか或いは衰弱斃死するためである。従つて，5%投餌量区が他の群に比して顕著な減耗を示す反面に於いて変異度が小で，而も一尾当りの平均体重が次第に増重し，増重倍率，餌料係数が高率となる結果になる。即ち，生存競争に基く自然的淘汰に依つて逐次同大，同重の群が残存するからであつて，この点は減耗率が高率であることに依つて説明される。故にシラス鰻養成の初期に於ける投餌量を制限することは，いたずらに減耗率を大きくし，生産量に影響を及ぼす結果となるから，シラス鰻餌付け時期にあつては過量に投餌すべきである。

第3期に於ける餌料係数が各投餌量区によつて相違しない事実及び5%投餌量区の増重倍率が他の投餌量区にあつては減少しつゝあるのに反して第2期よりも第3期が増加の傾向を示す点から考察すれば，投餌量を常に過量に投餌する必要はなく，逐次成長に応じて体重の維持量を定め，此の量を最小限度として減少せしめることが可能である。而して適当量は放養魚の総量の5%以下にあるものと思考される。

5. 結　　論

投餌量は魚体の成長に応じて調節することに依り，餌料費を削減することが可能であつて，

シラス鰻餌付け時期にあつては放養量の 15%を最小限度とする投餌量が適切であり，養成1ヵ年を3期に大別して，逐次 10%，5%に逓減する方法を採用するも生産量を減少せしめない。鰻体重維持餌料量は魚体重の5%以下である。

第七章　遡河期を異にするシラス鰻の成長度に就いて

Chapter VII. On the Degree of Growth of Fry, Varing with Period of Upstream Migration.

1. 既往の業績及び研究目的

シラス鰻養成上，種苗の選定は重要な役割をなすもので，中井，松井（1936）は種苗に優良品種のあることを明らかにしたが，このことは其の後稲葉（1939）に依つて確認された。

本実験は遡河期を異にした種苗に就いて成長度の優劣を比較研究したものである。

2. 実験方法，供試材料並びに飼育經過

供試材料は静岡県榛原郡川崎町，勝間田川で採捕し，採捕時期を次の3期に分け，夫々3群とした。即ち，第1群を遡河初期（1月24日～2月4日），第2群を遡河盛期（3月18日～4月1日），第3群を遡河末期（4月2日～5月2日）とした（第160表）。

Table 160. Specimenes.

Group	Season of upsteam migration	Date collected	Weight of specimen	Number of sample	Aims of stocking
Gr. I	Early in season	Jan. 21 to Feb. 4	1 kan 800 momme	44,856	May 6～13
Gr. II	Height of season	Mar. 18 to Apr. 1	1 〃 802 〃	37,287	May 6～ 9
Gr. III	Late in season	Apr. 2 to May 2	1 〃 800 〃	45,021	May 6～10

実験は昭和13年5月13日に開始し，同年11月16日に終了した。実験場所は水産講習所吉田実習場である。試験池は面積 45.375 坪，同形，同大，同容積のものを3個使用した。

供試魚は採捕次第，夫々遡河期別に蓄養池に收容し，試験開始迄飼育し，充分餌付けを行い供試するに当つて餌付けした群を所要量各池から採集して試験池に移す方法を採つた。餌料は生鰛を用い，残余を秤量し摂取量を測定し，1ヵ月毎に取揚げて増重量，減耗数，投餌量を調査し放養密度の相違に依る影響を除去するために，調査毎に3群の放養密度と同一にし補正した。

3. 実　験　結　果

実験結果を表示すれば第161表の通りである。

実験期間の水温の最低，最高，平均の月別変化を示せば第162表の通りである。

即ち，本実験期間中は，平均水温 11°C 以上で，5月から10月迄は平均水温 20°C 以上を示し，7，8両月が最高で，日中の最高水温 30°C 以上を示し，各池の水温差は認められなか

Table 151. Results of experiment.

Group	Feeding period (days)	At time of stocking		At time of fishing		Amount of food (momme)	Average b. w. per eel (momme)		Increase of b. w. (momme)	No. of decrease
		w_0 (momme)	n_0 (momme)	w_1 (momme)	n_1 (momme)		At time of stocking	At time of fishing		
Gr. I	31	1.800	44,866	5,500	39,243	27,990	0.08	0.14	3,700	5,623
	28	3,600	24.852	6,520	22,945	33,000	0.14	0.28	1,920	1,917
	29	3,600	14,959	8,330	11,686	27,600	0.24	0.71	4,730	3,273
	28	3,600	5,092	5,300	4,472	11,810	0.71	1.19	1,700	620
	29	3,600	2,799	6,250	2,547	8,430	1.28	2.45	2,650	252
	29	3,600	1,500	4,300	1,489	2,355	2.40	2.88	700	12
Gr. II	31	1.802	37,287	9,060	35,485	28,270	0.05	0.25	7,258	1,802
	28	3,600	14,160	7,350	14,029	32,200	0.25	0.56	4,250	131
	29	3,600	6,472	9,120	6,323	27,150	0.56	1.44	5,520	148
	28	3,600	2,272	7,480	2,204	12,970	1.58	3.39	3,880	68
	29	3,600	1,070	6,100	1,040	9,600	3.36	5.87	2,500	30
	29	3,600	623	4,000	620	2,420	5.78	6.45	400	3
Gr. III	31	1.800	45,021	7,050	41,674	29,190	0.04	0.17	5,250	3,347
	28	3,600	20,857	6,700	20,101	30,500	0.17	0.33	3,100	756
	29	3,600	11,237	8,500	9,724	28,600	0.32	0.87	4,900	1,513
	28	3,600	3,817	6,600	3,659	13,085	0.94	1.80	3,000	158
	29	3,600	1,983	6,100	1,943	8,720	1.81	3.14	2,500	40
	29	3,600	1,150	4,170	1,141	1,700	3.14	3.65	570	9

Table 162. Monthly variation of water temperature in pond.

Water temp. (°c) \ Month	May	June	July	August	September	October	November
Minimum	17.5	19.5	23.7	24.4	19.9	15.5	8.3
Maximum	21.5	30.5	35.5	32.0	29.3	24.7	19.5
Average	20.5	24.5	29.4	28.5	25.3	20.0	11.0

つた。

実験結果から増重倍率，$W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}$，餌料係数，$F = \frac{f}{w_1 - w_0}$，減耗率，$N = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100$ を求めて表示すると第163表の通りである。

Table 163. Showing the weight-multiplication rate, food quotient and decreasing rate.

Date	Gr. I			Gr. II			Gr. III		
	W	F	N	W	F	N	W	F	N
Jun. 13～15	20.6	7.56	12.53	4.03	3.89	4.80	2.92	5.55	7.43
July 13～15	0.81	11.51	7.71	1.18	7.58	0.93	0.86	9.83	3.62
Aug. 13～15	1.31	9.66	21.87	1.53	4.91	2.28	1.36	5.84	13.46
Sept. 13～15	0.47	6.94	12.17	1.08	3.34	2.99	0.83	4.36	4.14
Oct. 14～16	0.74	3.18	9.03	0.69	3.84	2.80	0.69	3.48	2.01
Nov. 14～16	0.19	3.37	0.80	0.11	6.05	0.48	0.16	2.98	0.78
Average	0.93	7.04	10.69	1.44	4.94	2.38	1.14	5.34	5.24

Remarks : W, weight-multiplication rate. F, food quotient. N, decreasing rate.

飼育日数と増重倍率，餌料係数，減耗率，一尾平均体重との関係を図示すると第73図の通りである。

増重倍率は各群共に養鰻技術の基準の章で述べた様に，飼育日数と共に減少する。而して最初の1ヵ月間に急激に減少し爾後は逓減過程をとる。即ち，飼育日数1ヵ月目では2.06～4.03

を示すのに対し，2ヵ月目では 0.81～1.18 を示し，約 32%減少する。各群を通じて3ヵ月目は僅かに増加を示す。各群に就いて比較すると，1ヵ月目は第2群が 4.03で最高を示し，第1群が 2.06で最小を示し，各群間の増重倍率は差異が大きい。2ヵ月目から実験終了期までの各群の増重倍率の差異は小である。而して5ヵ月目が最も小さい。飼育1ヵ月から4ヵ月迄は第2群が最大で，第3群第1群の順位を示すが5ヵ月目及び6ヵ月目には，第1群が最大となり，第2群が最小となる。即ち，第1群は飼育日数に伴つて逐次増重倍率が増大する傾向が見られる。然るに初期に於ける増重倍率の差異に依つて実験終了までの差が維持されており，この関係を平均値に依つて示すと明らかである。　即ち第1群では 9.31，第2群では 1.44，第3群では 1.14を示し，遡河盛期の第2群が最大で遡河初期の第1群が最小である。

一尾の平均体重の成長は各群と共に飼育日数と共にシグモイド曲線状に増重し飼育後3ヵ月目から5ヵ月目が最も成長している。　飼育1ヵ月目では第1群が 0.14匁，第2群が 0.25匁，第3群が 0.17匁で，実験終了時には第1群では 2.88匁，第2群では 6.45匁，第3群では 3.65匁を示し，第2群の遡河盛期のものが最も優秀で，第1群の遡河初期のものが最も劣り，第3群の遡河末期のものが両群の中間にあつて，而も第1群と第3群の差は少なく，この両群と第2群との差は著しく，従つて第2群の成長度は他の何れの群よりも遙かに優良である。増重倍率は前述の通り飼育 5，6ヵ月目に於いて第2群が低率を示しているのに反して，平均体重に就いてはその影響が少なく，従つて初期の増重倍率が個体の成長

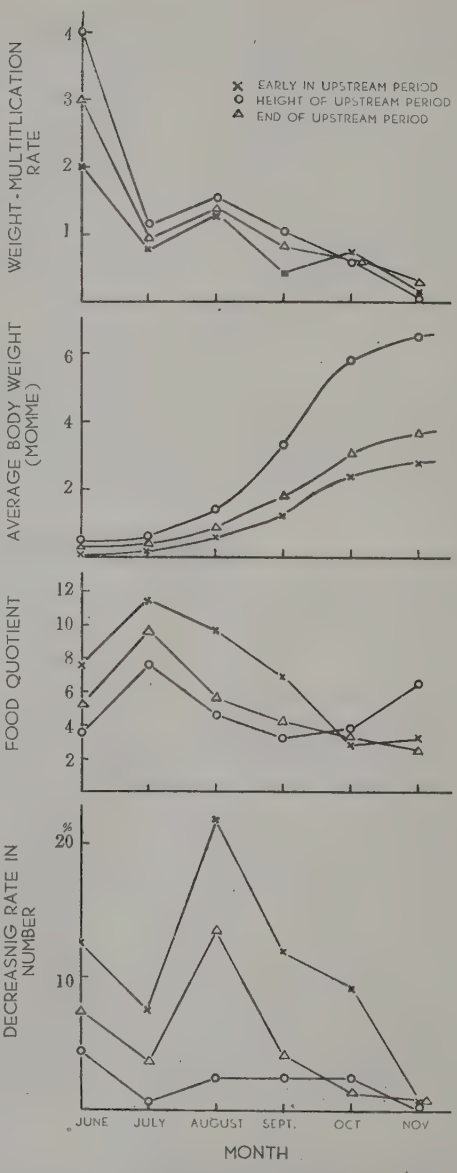


Figure 73. Every coefficient showed the eel-culture technique for the fry according to difference of the period of upstream migration.

に及ぼす影響は大きいものであると思考される。

餌料係数は増重倍率と密接な関係があつて両者には逆の関係が認められる（第1章参照）。而して飼育5ヵ月迄は第1群では 6.94～11.51，第2群では 3.34～7.58，第3群では 4.36～9.83 を示し，第2群が最良で第3群，第1群の順位であるが，5ヵ月目は第1群では 3.18，第2群では 3.84，第3群では 3.48 を示し，3群の差は僅少ではあるが，第1群，第3群，第2群の順位となり，6ヵ月目では第1群では 3.37，第2群では 6.05，第3群では 2.98 を示し第2群が著しく高率である。餌料係数の平均値を比較すると，第1群では 7.04，第2群では 4.94，第3群では 5.34 を示し，第2群が最も低率で，第1群が最高率を示し，増重倍率と同様に，遡河盛期の第2群が最も餌料の効率が優り，第1群の遡河初期のものが最も劣る。

減耗率は飼育日数に伴つて逓減の傾向が見られるが各群共に飼育3ヵ月目に最大値を示す。4ヵ月迄は第1群では 7.71～21.87，第2群では 0.93～4.80，第3群では 3.62～13.46 で，第2群が最も低率で，第1群が最高率を示し，各群の差は大であるが，5ヵ月目にあつては第2群では 2.80，第3群では 2.01 を示すのに比較して，第1群のみが 9.03 の高率である。6ヵ月目では3群の差は僅小で，第1群では 0.80，第2群では 0.48，第3群では 0.78 である。平均値は第1群では 10.69，第2群では 2.38，第3群では 5.24 を示し，第2群が最も低率で，第1群が最高率を示している。

4. 結　　論

全実験期間を通じ増重倍率，餌料係数，減耗率，一尾平均体重の平均値を遡河初期，遡河盛期，遡河末期に就いて比較すると第164表の通りである。

Table 164. Comparison of weight-multiplication rate, feeding coefficient, decreasing rate and average body weight per eel among the fry during different times of upstream migration.

Items \ Time of upstream	Early in season (Gr. I)	Height of season (Gr. II)	Late in season (Gr. III)
Weight-multiplication rate	0.93	1.44	1.14
Food quotient	7.04	4.94	5.34
Decreasing rate	10.69	2.38	5.24
Average body weight per eel (momme)	2.88	6.45	3.65

即ち，増重倍率，餌料係数，減耗率共に遡河盛期のものが最も優秀で，遡河初期のものが最も悪く寧ろ遡河初期のものに偏して遡河末期のものが介在する。特に一尾平均体重に依つて，3群の成長度を明示して居つて，これに依り遡河盛期の種苗が種苗選定上最良の価値を有する結果を示す。而して遡河期を異にする種苗として優劣を生じた原因に関しては，遡河初期の種苗は減耗率が明示して居る様に減耗の顕著であることであつて，遡河後餌付けまでに要する時間が長期でその間不自然的環境に置かれ，体力の消耗が著しいためであり又，遡河末期の種苗と遡河盛期のそれとの間に起る差異は，成長優良群，（中井，松井（1936））並びに雌雄比（第2篇第9章参照）の出現率の相違及び生理的相違に依るものと思考される。

第八章　冬期間養鰻池に於ける魚体の減耗に就て

Chapter VIII. On the Decreasing Rate of Bodies in the Eel-Culture Pond during the Winter Season.

1. 研究目的

鰻は水溫が約 15 °C 以下に降下すると，摂餌が著しく減退し，運動が不活潑となる。水溫が更に降下するに及び遂に摂餌を全く中止し，所謂冬眠狀態を呈するに至る。而してこの冬眠期間の長短は一カ年間の生産量に影響を及ぼすことが大であつて，養鰻適地としての一条件とされ，現在養鰻業が発達する地方は此の点が満足されているものと見てよい。静岡県榛原郡吉田町，川尻養鰻地帯は冬期に不連續的に水溫が上昇し，鰻の活潑な運動が觀察され，この傾向は 2，3月頃屢々起る現象である。斯様な場合に投餌して，体重を維持するに必要な餌料を投与し，以つてその減耗を防ぐ一助とすべきか，更に積極的に增肉を計るべきか，又は冬期間の不連續的水溫上昇の場合には投餌を中止し，水溫が摂餌に適する時期に至つて投餌を一斉に開始し，生産費の節減を計るべきかは何れも冬期間に於ける魚体の減耗と密接な関係を有する。一方養鰻経営上，池換を冬眠前に実施し，成鰻の販売を計るべきか又は鰻価格の高騰期を期して池の整理を実施すべきか等の諸問題に就いても重大な関係があるので，本研究を試みた。

2. 実験材料，方法並びに飼育經過

実験材料は吉田実習場附近の河川で採捕したシラス鰻を一カ年飼育したもの（実験番号 4，5，6），二カ年乃至三カ年飼育した所謂養中鰻（実験番号 1，2，3）の2群である。此等両群は実験開始前までは鰮を餌料とし，投餌期間は 4 月上旬乃至下旬から 11 月下旬乃至 12 月上旬まで 1 カ年間の投餌日数は概ね 200 日前後である。

実験は投餌を中止してから 7 日後に池換を実施し，体重，尾数を調査し其の儘各池に放養し投餌せず 81 日乃至 143 日間飼育し，減耗量及び減耗率を算定した。

3. 実験結果

実験期間中の水溫の変化は第 74 図の通りである。

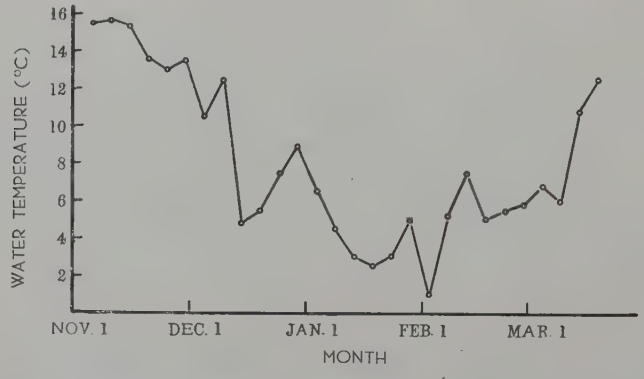


Figure 74. Variaton of water temperature during the experimental perioa.

各実験池の水溫差は認められないので，平均を以つて示した。　実験期間を通じて最高水溫

15.8°C，最低 1.0°C で，12月12日から水溫が降下し始め，2，3日間に 4.8°C に降溫し，爾後3月15日迄水溫は 10°C 以下を示し，その間数回，水溫降昇の変動が認められ，鰻の活動が観察された。実驗期間中は全く投餌しないので，鰻の索餌は池中の浮游生物が対照となる筈であるが，本実驗期間中は養鰻池に特有の *Microcystis spp.* の発生は少なく，藍褐色を呈し，動物性プランクトンの主なるものは *Rotatoria* で *Cyclops sp.* は比較的少量である。口径 20 糎のプランクトンネツト（No.25）で表層を 20 米曳網して得たプランクトン量は0.4～1.6 cc である。

実驗結果は第 165 表の通りである。

Table 165. Experimental results on the decreasing rate.

No. of exp.	Experimental periods	At the opening of experiment		At the end of experiment		Decreased amount		Decreasing rate (%)		Average body weight (momme)
		Wt. (momme)	No.	Wt. (momme)	No.	Wt. (momme)	No.	Wt. (momme)	No.	
1	81 days (Dec. 16～Mar. 7)	12,290	435	11,810	435	480	—	4.1	—	28.2
2	〃	10,900	535	10,800	532	100	3	0.9	0.01	20.4
3	〃	11,950	226	11,800	226	150	—	1.3	—	53.0
4	128 days (Nov. 11～Mar. 19)	122,700	35,105	110,600	34,261	12,100	474	9.9	1.4	3.5
5	134 days (Nov. 5～Mar. 20)	16,100	18,028	15,400	17,973	700	55	4.3	0.3	0.9
6	〃	14,650	7,675	12,770	7,513	1,880	162	12.8	2.1	1.9

即ち，減耗率は重量では 0.92%乃至 12.8%，平均5.6%を示し，尾数では 0%乃至 2.1%である。而して実驗番号1—3の養成3年目にあつては重量では 0.9%乃至 4.1%，平均 2.1%，尾数では 0.01%で，養成2年目のものでは（実驗番号4—6）重量では 4.3%乃至 12.8%，平均 9.0%，尾数では 0.3%乃至 2.1%，平均 1.9%を示し，養成3年目では減耗率は殆んどないと見做され，養成2年目のものに就いても僅小である。従来冬期間の減耗は種々憶測されて，可成り高率の減耗があるものと想像されていたが，本実驗の結果に徴し，明らかに僅小なことが立証された。減耗率の重量と尾数とを比較すると全般を通じ常に重量よりも，尾数が小さい事実は，減耗率を支配する要素は個体の減少ではなくて，絶食に基く体成分の減耗に依るものと考えられる。

減耗率と魚体の大きさ（体重）との関係を図示すると第75図の通りであつて，魚体の大きいもの程減耗が小で，魚体の小さいもの程大で，両者の関係は抛物線を以つて表わされる。

大島（1933）は鰻の絶食間に於ける体成分の化学的変化を研究し，体重の減少は主として，乾物の減耗であつて，乾物減耗の多くはエーテル浸出物の消費によるものであるとした。実驗前の使用餌料は鰯及び乾燥蛹で，10月22日から12月11日迄50日間絶食による体重の減耗は 9%乃至 14.2%，平均 11.1% を示し，絶食後5日間が減耗最も多く，減耗率4%強1日平均 0.8%を超える結果を得た。而して本実驗と大島（1933）の実驗との条件に差異がある。即ち大島の実驗では，水溫 11°C 以上であつて，両者間には減耗に密接な関係をもつ水溫と環境上の相違がある。即ち，本実驗は養鰻池で行つたもので，自然の状態で越冬するから，池中には栄養となるべき無機，有機両物質が存在し，プランクトンの発生を促す状態にあつて，越冬間多少なりとも栄養の補給が受けられ，体重の減耗が防止されているのに対し，大島の実驗では鰻籠中に收容し，10 坪池に懸垂したもので，栄養の補給は困難な状態である。従つて，両者

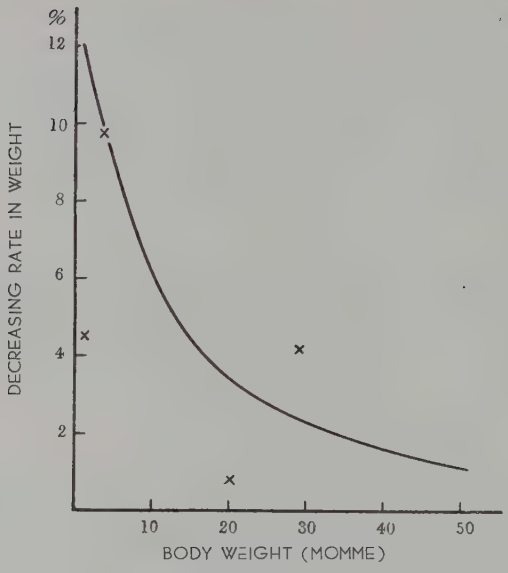


Figure 75. Relation between the body weight and the decreasing rate during the winter.

の減耗率の比較は適切ではない。

冬期間に於ける減耗の原因としては，供試魚の大きさの変異度が大きい場合は鰻の間に友喰が起るが，此の現象は水温降下期間中而も天然餌料の存在する場合は少なく，寧ろ，水温上昇期特に水温 10°C 以上に昇温し鰻が活潑な索餌運動を開始して投餌を長期間行わない場合に起る現象である。次は体長 20 糎以下の鰻は鳥類特に鵜類の捕食により減耗が起る。冬期間鰻の運動が不活潑なために相当な被害が挙げられる（第9章参照）。

既に減耗率と魚体の大きさとの関係に就いては報告したが，（第1章参照）魚体の小さいもの程減耗率が大きく，冬期間にあつては個体の減耗は，水温上昇期に鰭赤病及び微胞子蟲寄生に依つて斃死するためである。これは魚体の大きさも影響を及ぼすが，季節的に見ると2月乃至3月頃多数発生する点から，冬期間に体の抵抗力が弱り，水温の上昇に依つて病源菌の繁殖と代謝機能の急昇のために起るものと考えられる。

4. 結　　論

冬期間に於ける成鰻養成にあつては，重量の減耗は 4.1% 以下で極めて低率である。又個体数の減耗は罹病魚がないか或いは害鳥の被害がない場合は殆んど零であり，冬期の減耗は主として重量の減耗に依る。従つて，秋期池を整理し，成鰻の販売を必ずすべきではなく，寧ろ，価格が高騰する時期を選ぶべきである。

水温が 10° C以下となれば投餌を中止し，冬期間の不連続的昇温を見ても投餌する必要は認め難い。以上の諸点から養鰻経営上，改良すべき点が認められる。

第九章　養鰻池に飛来する害鳥に就いて

Chapter IX. On the Injurious Birds that Visit the Eel-Culture Pond.

1. 既往の業績及び研究目的

養魚上，鳥類の被害は軽視すべきものではない。養殖上の自然的且人為的被害の多くは或る程度直視し得る関係上周到な注意を喚起するが鳥類は随時養魚池に来襲して魚類を捕食し去るので其の被害程度は現実に判然としないことが多く兎角軽視され勝ちのようである。

鱒，鯉，金魚の稚魚飼育に対しては稍積極的防禦策が講ぜられて居るが，養鰻特に種鰻養成には殆んど考慮されて居らない。間接的被害として水禽類は吸蟲，絛蟲類等の寄生蟲を伝播し又伝染性病源体を媒介する可能性があるので充分留意すべきである。一般に海岸に近い養魚場程，来襲する害鳥の種類及び数は多いようであるが，害鳥と養成との関係に就いては不明の点が多く，従つて害鳥が魚類の蕃殖に及ぼす影響，鳥類と魚病との関係及び防禦法等に対する研究は僅少である。

本文は川尻地方（静岡県榛原郡吉田町大井川河口附近）の養鰻池に来襲する害鳥に就いて，種類別にその被害と防禦法に就いて研究したものである。

2. 種　　類*

川尻地方は駿河湾の西北沿岸に臨み，又，河口に接して居るために沿岸，海洋又は河川に渡来する所謂「渡り鳥」が来襲する。従つて山間地方よりも種類多く，現在迄に観察し得たものだけでも9科16種を挙げることが出来る。

此の内で害鳥と認められるものは渡り鳥，旅鳥，漂鳥であつてその数も多く，これに比して留鳥の及ぼす被害は少い。

I. LARIDAE

本科に属するものは皆渡り鳥である。害鳥としては重視すべきもので，多数群をなして来襲する。2種ある。

1) ***Sterna albifrons sinensis*** Gmelin（和名，コアヂサシ；俗称，チウナイ）

毎年4月下旬頃渡来し，6～8月に大井川の河原の砂地に産卵し，8月下旬には幼鳥が親鳥と共に飛来する。9月下旬から10月初旬に南方に渡る夏鳥である。卵は一回に2～3個産卵する。本邦中部以南，南支，ニユーギニア，濠州の一帯に広く分布する普通の種類で，主に沿岸近くの浅海，湖沼，河川，活州，養魚池等に燕のように飛翔し，小魚，甲殻類，蛙，鯉，金魚鮒，種鰻，稚鮎等を捕食し，其の被害は相当大きなもので養魚場の大敵である。早朝から日没迄，多数間断なく来襲する。松井（1936）の調査では5～6 cm の魚を 10 尾，稲葉(1936) の調査では小鯉3～4 cm のものを 12 尾胃中に認め，可成り貪食性である。この鳥は銃声に威嚇されないし，又池面に張つた白糸や針金等に慣れ易い性質を持つて居るので養魚場の被害は大きい。

* 学名及び和名は日本鳥学会発行の改訂日本鳥類目録（1932, IX）に従つた。俗称は川尻地方の呼称である。

2) ***Larus canus major*** Middendorff (和名，カモメ；俗称，チヤロー)

12月中旬から5月初旬に渡来する冬鳥である。従来川尻地方の養鰻池に来襲するのは稀であつたが，1936年から1937年にかけて珍らしく大群が来襲した。漁士の談に依ると海では甚だ不漁であつたとのことであるから，海上の鷗群は索餌のため養鰻池に来襲したものと見られる。

本種は港湾，河口，沿岸に群棲する本邦産鷗類中最も普通の種類であつて，蕃殖地は東部シベリヤ，カムチヤツカ，本邦北部であると考えられて居る。

早朝から日沒迄，大群が飛翔するが特に早朝と日沒近い頃に被害を蒙る。　日中は池水又は海上で休息し，夜間は全部海上に去る。風強い日は静穏な日よりも多く来襲するようである。池換の時は水深が浅くなり魚類の運動が空中から見える為に大群が来襲する。　又種鰻を放養した直後は池の上層を游泳するので被害を蒙ることが多い。　稀に冬期中，水変り現象を起し水が透徹する時又は急に溫度が上昇して鰻が運動を始めた時等にも多数蝟集する。　このような場合にあつては1羽当り10分間に7尾乃至30尾程度の割合で種鰻は被害を蒙るのでその程度は軽視出来ない。被害鰻は主として種鰻で，体長 25 cm 以下のものである。大形の健康魚は一度捕食されても，嘴から離脱することが多い。病鰻，運動不活潑の鰻，鯉，金魚の稚魚等も捕食される。鰻の気鰾中に最も普通に発見される ***Anguillicola globiceps*** Yamaguti 及び胃部に寄生する ***Heliconema anguillicola*** Yamaguti 等の線蟲類の寄生蟲は本種に依つて媒介されるものと考えられる。

本種は比較的人類に驚かない為に附近に多数の人が居ても被害を受ける。

II. PROCELLARIIDAE

本科に属する害鳥は次の1種である。

3) ***Puffinus leucomelas*** (Temminck) (和名，オオミヅナギドリ；俗称，カシワ)

本種はカモメと共に来襲する。当地方では冬季飛来する数は前種に比して非常に少数で，従つて被害も少ないと見做される。北海道，本州，四国沿岸，伊豆七島，朝鮮，フキリツピン，濠州等に分布する。

III. ARDEIDAE

本科に属するものは多く大井川河口近くの河原に群棲し，数種あるが，養魚池に来襲する害鳥としては次の2種類である。

4) ***Ardea cinerea retirostris*** Gould (和名，アオサギ)

5) ***Nycticorax nycticorax nycticorax*** (Linnaeus) (和名，ゴイサギ)

周年来襲するが，春秋両季に多いようである。　昼間は大井川河口に群棲して居るが，養魚池には夜間に限つて来襲する。その内でも日沒時よりも夜明け前の方が多く飛来するように観察された。本種等は水中を徒渉するか又は池畔で魚類を捕食する。従つて水深の浅い池又は池畔と水面とが短距離の場合は絶えず被害を被る。又池換に際し水深が浅くなつた時には注意しなければならない。貪食性で大形の鰻（体長 40 cm位）親鮎（20 cm位）鯉，金魚等は捕食される。

IV. PODICIPIDAE

6) ***Podiceps ruficollis iaponicus*** Hartert (和名，カイツブリ；俗称，イツチヨウ

ムグリ）

周年来襲する。本種は北海道以南の全国の湖沼に棲息する留鳥であつて，少数ではあるが屢々養魚池に来襲する。跗蹠は左右に著しく扁たく蹼はないが各趾に扁平な膜を有し，池水中を巧に潜泳して魚類を捕食する。被害程度は不詳であるが鯉，金魚，鰻等は被害を被るものと見做される。

7) ***Podiceps griseigena holboellii*** Reinhardt（和名，アカエリカイツブリ）

カイツブリの内で最も大形のものである。前者に比すれば稀に出現する。体長 10 cm 程度の種鰻3尾を捕食したものがあつた。可成り貪食性で周年来襲するようである。

V. ALCEDINIDAE

8) ***Alcedo atthis japonica*** Bonaparte（和名，カワセミ；俗称，ヒスキ）

周年養魚池辺に棲息する。昼間池辺の樹枝草叢，水辺の杭等にとまり附近に魚類が来た時捕食する。比較的人眼に触れない場所を好み，甚だ貪食性である。体は小形で，被害を蒙る魚類は主にシラス鰻，鯉科魚類の稚魚である。来襲する数は少ない。

VI. FALCONIDAE

9) ***Milvus migrans lineatus*** (Gray)（和名，トビ）

周年養魚池の上を飛翔し索餌する。大井川河口の河原に群棲し，イカリ蟲其の他の病鰻の発生して居る池又は鼻揚げをして居る池等には多数蝟集し，鳶の群れて居る下には衰弱した鰻ありという一標式を示す程で，恰も海上の鰮，鰹群の上に於けるアビ ***Colymbus stellatus***，オオハム ***C. articus viridigularis*** 群と同様の関係を見出すことが出来る。池換の時，又は種鰻を放養した当時は健康魚でも被害を受けるが一般には健康魚の被害は僅少のようで寧ろ病鰻が多く被害を受けるのでこれが発生した池にとつては病鰻駆除の一助ともなるが，一方に於いては病源体を伝播する故，間接的被害は甚大と考えられる。特に伝染性病源体にあつては注意を要する害鳥である。

VII. ANATIDAE

本科に属する種類は多数あつて何れも冬鳥に属する。害鳥として養魚池に飛来するものは多く海鴨で魚類を主食するが，夜間来襲する為に種名の尚解らないものがある。採集したものは次の3種である。

10) ***Nyroca marila mariloides*** (Vigors)（和名，スズガモ；俗称，カモ）

11) ***Mergus merganser merganser*** Linnaeus（和名，カワアイサ；俗称，カモ）

12) ***Mareca penelope*** Linnaeus（和名，ヒドリガモ；俗称，カモ）

9月下旬から飛来するが，多くは10月中旬頃から5月初旬頃までに来襲するが早朝又は夜間が主で，昼間は稀である。これ等は水中に潜入して鯉，鰻等を捕食する。人家に近いか又は人通りの多い場所には余り飛来しない。養魚池に来襲するのは比較的稀な現象で，その被害程度は大きいとは考えられない。

VIII. PHALACROCORACIDAE

本科に属する種類は2種類である。いづれも海洋又は大井川河口附近で屢々見られるものである。

13) *Phalacrocorax capillatus* (Temminck et Schlegel) (和名，ウミウ；俗称，ウ)

14) *Phalacrocorax pelagicus pelagicus* Pallas (和名，ヒメウ；俗称，ウ)

周年稀に来襲し，その数は僅少である。多くは夜間又は早朝に来襲して巧に水中に潜入して魚類を捕食する。甚だ貪食性である。

IX. MOTACILIDAE

本科に属するものは次の2種類であるが，これ等は魚類を直接捕食しないので害鳥として見做すべきか否かは疑問であるが，魚類の天然餌料となるべき小動物を摂るので，茲では害鳥として挙げて置く。尚，本科のものは農業方面では害蟲駆除の為益鳥とされて居る。

15) *Motacilla alba grandis* Sharpe (和名，セグロセキレイ)

16) *Motacilla cinerea caspica* (S. G. Gmelin) (和名，キセキレイ)

池畔の田畑，池畔に周年棲息し，池辺，池底の小動物又は地上を飛翔する蟲類を捕食する。池辺には屢々飛来する種類である。

3. 防　禦　法

養魚場に飛来する害鳥の多くは貪食性であり，又種類に依つては大群をなして来襲する為に此れ等に捕食される直接的被害は未だ実験的記録を挙げることが困難であるけれども，詳細に観察すれば甚大なことが認められよう。

養鰻池にあつては冬期間中は投餌を中止し，鰻は休眠状態にあるけれども経営上冬期間中と雖も池換や種鰻の放養を行い，水変りや水温上昇の時には鰻は上層を游泳するため屢々被害を受けるので，周年，害鳥に対しては注意が肝要である。　鳥類の腸に寄生蟲が多数発見され，SHAW 他2名 (1934) は Oregon 州の重要遊猟鳥には寄生蟲のないものは殆んどない位で，これ等が魚類に寄生蟲の媒介をなし被害を及ぼすことを報告して居る。鳥類には魚類の線蟲吸蟲類，條蟲類を媒介するものがあつて，養成鰻の鰾には大略 50%～90%は *Anguillicola globiceps* Yamaguti の寄生蟲を見るが，これは直接の死因とはならないようである。天然鰻の腸内には *Heliconema anguillae* Yamaguti のおびただしい寄生を見ることがある。この為に魚体は体色黄褐色を呈し，甚だしくやせて頭部のみ大きくなつて，成長が阻止されたものがある。これ等の寄生蟲は恐らく鳥類に依つて媒介されたものと思惟される。又伝染性病源体，例えば鰻の鰭赤病や，シラス鰻養成に多く見られる微粘胞子蟲類に依る腫瘍等は鳥類に依つて伝播される可能性が充分ある。

鳥類を如何にして防禦するかに就いては研究の余地がある。SUMMER (1935) は魚類の変色する保護価値に関して実験し，魚体と同色の背景を有するものは潜水性及び渉水性鳥類に依る被害が小さいことを証明し，MCATEE (1936) は針金又はスクリンを池上に設備することが効果があるとした。防禦方法は大別して，1) 魚類を隠蔽的保護する法，2) 威嚇的設備又は方法を講ずる法，3) 捕獲する方法及び 4) 接近防止法等である。飼育魚種並びに来襲する害鳥の種類に対する適切な方法は経済的考慮を重んぜねばならないので一律には論じ難い。コアヂサシ，鷗，鷸等のように，空中から水中の魚を狙つて捕食するものにあつては，池上に綿絲又は針金を並行して張り渡し，3) 及び 4) の防禦方法を併用するのが最適である。この際水中に鳥が飛び込まない限度の間隔が必要であるが，経費の関係で間隔を広くして，各綿絲又は針金

に白や赤の布又は鳥の羽毛を附着させて威嚇的効果を大きくするがよい。養鰻池に於ける水変りに際しては 1) の方法をとるとよい，即ちムシロ又は戸板等を池面に浮ばすと鰻はこの下に集まるので効果的である。

鷺類及び鴨類は多く夜間来襲するが，これ等に対しては池畔に竹簀を立てるか，針金を張つたり，水深を深くしたり，又は池畔を高くする等接近防止策をとるか，罠，虎鋏，毒殺等の捕獲方法を講ずる。カワセミのように水辺に棲息して随時来襲するものには，池辺の杭のようによくとまる場所にトリモチを使用して捕獲するのが良法である。

第十章　養鰻技術の査定法

Chapter X. On the Examination Rules for Eel-Culture Technique.

1. 研　究　目　的

養殖技術の発達は養殖生物の生産量の増加と質の向上を意味する。養殖技術は，放養量，撰別，投餌，放養魚の取扱方，換水等に関する養魚上の直接技術の他に，生産量増大の目的のために使用する器具類，餌料，池の構造，品種等の発達改善を総括した広義のものと解釈される。生産費は養殖経営として考慮するのが至当であるので，養殖技術としては除外した。而して，例えば観賞魚類の飼育のような総体的生産量の増加を意味しないで，個体的生産に重点を指向する場合，又湖沼，河川，溜池等の疎放的養殖及び稚魚放流に基く生産量の増加等に関する諸問題はすべて除外し，本文に於いては極度に集約化した養殖経営に於ける養鰻技術査定に就いて考察する。

従来，養殖技術は形容詞的意義として，抽象的に取扱われ，査定標準として根據となるべきものがなかつた。

2. 養鰻技術を支配する諸要素

養鰻技術の査定の標準を決定するためには，鰻の生産量の増加及び質の向上と密接な関係を有するすべての要素を求めて，これ等相互の関係を究明し，係数を決定すべきである。

A. 増　重　倍　率

生産量の増加の標準を決定する要素であつて，放養量（w_0），收納量（w_1）から増重倍率 $W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}$ が求められ，総体的増重量を決定し得る。増重倍率が養鰻技術に及ぼす影響と価値を吟味すれば次の通りである。

飼育中に養鰻技術の良否又は不可抗力的原因に依つて，減耗を生ずるから減耗率と増重倍率との関係は密接である。

減耗を零とした場合の増重倍率を（W'）とすれば，$w'' = \frac{w_1}{n_1} \times n_0$ $\therefore W' = \frac{w'' - w_0}{w_0}$ で求められる。　w''……減耗を零とした時の收納時に於ける総重量，　n_0……放養時の尾数，n_1……收納時の尾数とする。

減耗率 $N = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100$ と W 及び W' との関係を表示すると第 166 表の通りである。

Table 166. Relation between the decreasing rate and the weight-multiplication rate.

W	46.43	18.33	13.10	3.17	1.18	2.14	1.48	3.64	0.79	1.47
W′	61.02	29.13	29.42	3.72	1.21	2.55	1.65	7.92	0.89	2.35
$\frac{W'-W}{W}\times 100$	31.4	58.9	131.6	17.3	2.5	19.2	11.5	117.5	12.6	59.8
N	23.6	36.1	53.8	11.8	0.1	11.6	6.5	47.9	5.5	26.4

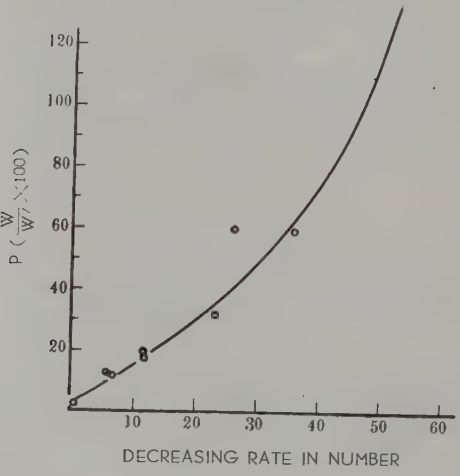


Figure 76. Relation between the decreasing rate and $\frac{W}{W'}\times 100$.

W′ に対する W の百分率（P）と減耗率との関係を図示すると第76図の通りである。即ち P と N との関係は，$P = aN^b$ の関係式が成立し，a 及び b の恒数を求めれば $P = 1.501\,N^{1.016}$ で満足される。従つて，増重倍率は減耗に依つて体重の増減を支配する因子を包括しているものと考えられ，減耗率を別に養鰻技術査定上の要素としなくとも，増重倍率を以つて代表し得る。

放養密度は鰻の生産量に影響を及ぼす。而して放養密度と増重倍率との関係を表示すれば第167表の通りである。

Table 167. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.

Density (momme per tsubo)	30	50	80	100	120	150
Weight-multiplication rate	1.20	0.82	0.89	0.65	0.80	0.49

両者の関係を図示すれば第77図の通りで，増重倍率 W と放養密度 X との間には $W = 1.150X^{-0.147}$ の関係式が成立する。従つて放養密度の生産量に及ぼす影響は増重倍率を以つて代表されるものと見て差支えがない。

種苗となる種鰻の大きさは増重倍率に影響を及ぼすことは勿論のことであつて，増重倍率と

飼育年数又は投餌日数との関係に依つて明らかである。両者の関係を表示すれば第168表，図示すれば第78図の通りである。

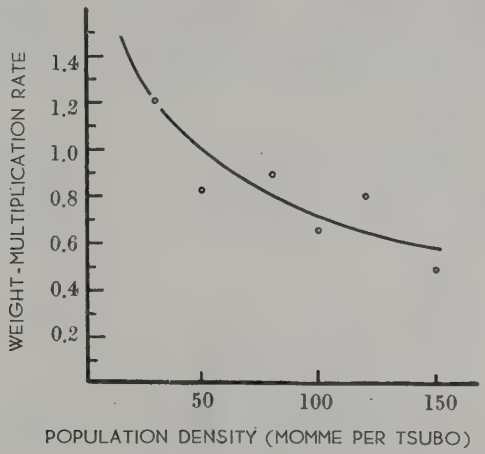


Figure 77. Relation between the weight-multiplication rate and the population density.

Table 168. Relation between the weight-multiplication rate and the number of years cultured or feeding days.

Number of years cultured		1	2	3
Number of days for feeding.		202	396	590
Weight-multiplication rate	W	32.01	2.32	1.13
	W′	49.26	7.92	1.62

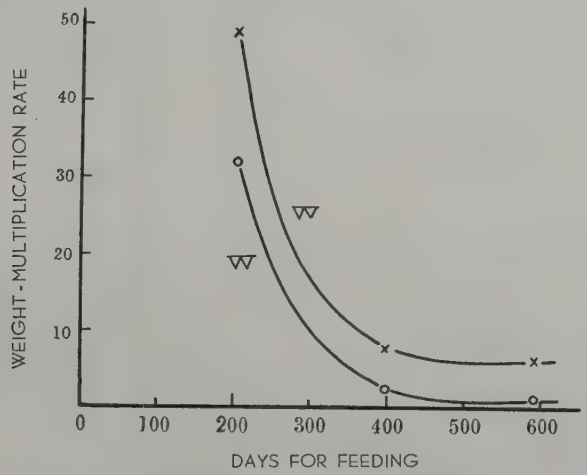


Figure 78. Relation between the days for feeding and the weight-multiplication rate.

従つて両者の関係は $W = ax^b$ で表わされ，a, b の恒数を求めれば，$W = 15.648\left(\frac{x}{200}\right)^{-3.502}$ 及び $W' = 15.741\left(\frac{x}{200}\right)^{-3.049}$ の関係式が成立する。故に飼育年数又は投餌日数は魚体の大きさと関係があるから種鰻の大きさに依る養鰻技術の相違は増重倍率を以つて代表し得る。而して，種苗の大きさの変異度は生産量に影響を及ぼし，変異度の大きい群は小さい群に比較して増重倍率が劣る。(第5章参照) 両者の関係を表示すれば第169表の通りである。

Table 169. Relation between the degree of variation of fry's size and the weight-multiplication rate.

Date of investigation		May 20～21	June 19	July 22	August 22	May 20～Aug. 22
Weight-multiplication rate	Group of smaller degree of variation	0.60	0.06	0.34	0.14	1.59
	Gr. of larger degree of variation	0.86	0.07	0.13	0.11	1.49

即ち種苗の大きい群は小さい群よりも増重倍率は劣るために，小さい群をも含む変異度の大きい群は変異度の小さい群よりも最初は増重倍率が優るが，前者は減耗に依つて逐次低下する。従つて，種苗の大きさの変異度が生産量に及ぼす影響は増重倍率を以つて代表することが出来る。

投餌量と生産量との関係は第170表の通りである。

Table 170. Relation between the amount of food and the weight-multiplication rate.

Number of days for feeding		48	93	138
Amount of food	15%	0.09	2.60	1.60
	10%	—	1.88	1.11
	5%	—	0.51	0.61

即ち投餌量と増重倍率との関係は密接であつて，増重倍率は投餌量に依る生産量の影響を代表し得る。(第6章参照)

要するに増重倍率は魚体の成長量を支配する諸種の要素をすべて代表する。それ故に養鰻技術査定要素の内で最も重要な因子として挙げることが出来る。

B. 餌料係数

飼育期間中の単位量の増重に要する摂餌量（又は投餌量）を以つて示す係数である。飼育期間中の全摂餌量又は投餌量を f で表わせば，餌料係数 $F = \frac{f}{W_1 - W_0}$ で求められる。従つて餌料係数は投餌量と増肉との関係を明らかにし，F の値が小さければ単位量の増肉に要する投餌量は小であつて，餌料の効率が大であることを示す。成鰻の生産費の内で 39.5% を占める餌料費は餌料の効率の如何に依つて，生産量のみならず養鰻経営上，重要な要素を構成するので，養鰻技術査定上の因子である。

餌料係数と飼育年数又は投餌日数との関係を表示すれば第171表の通りである。

両者の関係を図示すれば第79図の通りである。

餌料係数を F とし，投餌日数を D で表わせば両者間には $F = aD$ の関係が認められ，

Table 171. Relation between the foodl quotient and the number of years cultured or feeding days.

Years cultured	1	2	3
Number of days for feeding	202	396	590
Food quotient (F)	5.77	8.27	10.55
Average body weight (momme)	2.40	7.50	22.00

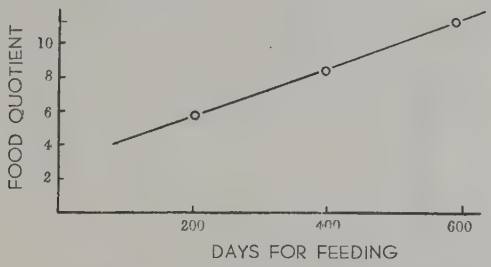


Figure 79. Relation between the food quotient and the days for feeding.

a を求むれば $F = 3.210 + 0.126\,D$ の関係式が成立し，投餌日数の増加に比例する。換言すれば魚体の成長するに伴つて餌料係数が増大し，従つて，餌料の効率は低下する。

放養密度と餌料係数との関係を表示すれば第 172 表の通りである。

Table 172. Relation between the population density and the food quotient.

Density (momme per tsubo)	30	50	80	100	120	150
Food quotient	9.35	9.74	10.79	11.1	9.71	12.3

両者の関係は直線で表わされ，放養度 X とすれば $F = 1.042\,X + 2.50$ の関係式が成立し，餌料係数は放養密度が大きくなるに従つて増大する。

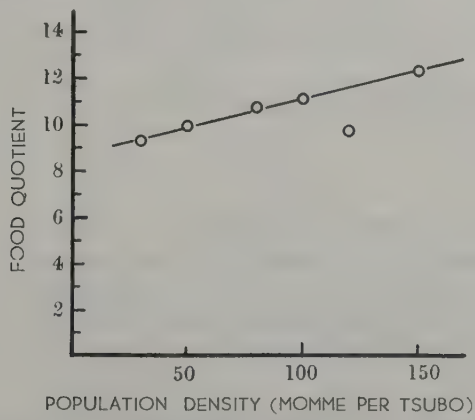


Figure 80. Relation between the population density and the food quotient.

Table 173. Relation between the degree of variation of fry's size and the food quotient.

Date		May 20~21	June 19	July 22	Aug. 22	May 20~Aug. 22
Food quotient	Gr. of smaller degree of variation	5.6	8.9	8.4	11.3	7.9
	Gr. of larger dagree of variation	4.1	20.3	15.8	15.0	10.9

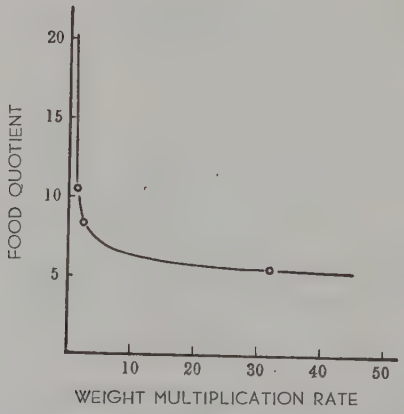


Figure 81. Relation between the food quotient and the weight multiplication rate.

種苗の大きさの変異度と，餌料係数との関係を表示すれば第 173 表の通りである。

種苗の大きさの変異度の小さい群の餌料係数は変異度の大きい群よりも小で，増重倍率と同様に種苗の大きさの変異度は餌料係数と密接な関係が認められる。

増重倍率及び餌料係数は，共に鰻の生産量を支配する諸要素と密接な関係を有することは上述したように明らかであるが，両者の相互の関係は第 174 表の通りである。(第 81 図参照)

Table 174. Relation between the weight-multiplication rate and the food quotient.

Years cultured	1	2	3
Feeding days	202	396	590
Weight-multiplication rate	32.01	2.32	1.13
Food quotient	5.77	8.27	10.55

増重倍率 (W) と餌料係数 (F) との関係は，$W = aF^{b}$ で表わされる。従つて a, b の恒数を求むれば，$W = 10.469\,F^{-3.181}$ が成立する。即ち増重倍率は大きい程，又餌料係数が小さい程養鰻技術の優秀を示す函数として重要なものである。

C. 成長量の変異度

成長量を表示するには，体長，体重のいづれか又は両者を併用するか，或は体量又は肥満度 $\frac{(体長)^3}{体重} \times 1000$ を以つて代表するが，後者の計算が複雑でその採用は困難である。変異度

は全收納量の成長量を測定し，標準偏差（δ）を成長量の平均値（M）で除し，100倍した変異係数を以つて示す。即ち，$C = \frac{\delta}{M} \times 100$ で表わされる。同一条件，同一方法のもとで集約的に鰻を養成する場合には成長量の変異が顯著であることが特徴である。この現象は養成方法が集約的である程，著しいものである。然るに，集約的養鰻業に於いては，生産物に対する商品的価値がその大きさに一定の限度を有するので，一定限内の最低の大きさ以上のものを生産することが必要となるのである。単に総体的生産量の増加のみに意を用い，その成長量の変異に対する考慮を無視することは不適当である。同一条件，同一方法のもとで 138日間飼育した結果，成長量を体長（cm）で示すと第175表の通りである。

Table 175. Variation of the amount of growth.

Body length (cm) \ Class	A	B	C
8 ～ 10	—	1	48
10 ～ 12	—	16	51
12 ～ 14	—	26	2
14 ～ 16	6	37	—
16 ～ 18	11	17	—
81 ～ 20	17	3	—
20 ～ 22	16	—	—
22 ～ 24	16	—	—
24 ～ 26	20	—	—
26 ～ 28	9	—	—
28 ～ 30	4	—	—
30 ～ 32	—	—	—
32 ～ 34	1	—	—
Range (cm)	14.4 ～ 32.7	9.6 ～ 19.0	8.0 ～ 13.45
Mean value (cm)	21.96 ± 0.02	13.70 ± 0.14	9.58 ± 0.06
Standard deviation	3.50 ± 0.03	2.06 ± 0.09	0.94 ± 0.04
Variation coefficient	15.93 ± 0.76	15.04 ± 0.73	9.81 ± 0.47

即ち，同一条件，同一方法に於いて飼育した結果，A では 15.93%，B では 15.04%，C では 9.81 %を示し，顯著な成長量の変異が認められる。而して，此の成長量の変異を起す因子として，主なるものは，a. 放養密度，b. 摂餌量，c. 生物固有の諸因子，d. 発育障害を起す病因，e. 放養魚の大きさ，f. 飼育期間等である。

放養密度は養殖技術上重要なもので，放養密度の如何は收納量に多大の影響を及ぼす。而して，放養密度と成長量の変異との関係を表示すれば第176表の通りである。

Table 176. Relation between the population density and the degree of variation of the growth.

Density per tsubo (momme)	66.5	66.7	75.6	93.9	95.9
Max. b. w. / Range of growth	1.06	1.14	1.01	1.47	1.00
Range average b. w.	8.3～0.5	8.8～0.1	7.7～0.1	3.6～0.15	7.3～0.12
Degree of variation	59.8±4.0	66.4±4.8	43.1±2.7	32.2±1.0	40.9±3.1

変異度と放養密度との関係を図示すれば第82図の通りである。

即ち変異度と放養密度との関係は正比例し，放養密度が大きい程変異度は小さい傾向が認められる。

放養密度を大にすることは集約的養鰻業に於ける特色であるが，このことは魚類相互間に弱肉強食の現象を盛んにして，餌料の分配に均衡を欠く結果と，個体変異の影響が強く現われる

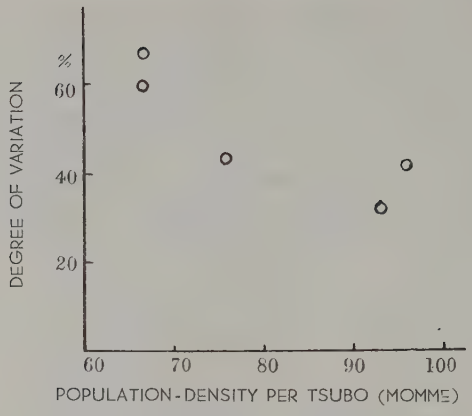


Figure 82. Relation between the population density and the degree of variation.

ために，成長量に変異を起させるものと考えられ，従つてこれが防止のためには放養密度を経営上の範囲内で最小限度にするか又は選別回数を多くするか，或いは投餌の回数を多くする等の方法があるが，これには，経済的方法を考慮せねばならない。而して種々の方法を講じて，最小の変異度の成長量を有する鰻を生産することが進歩した養殖技術を示す一つの因子である。

摂餌量と成長量の変異との関係は第177表の通りである。この実験は供試材料にシラス鰻を用い，坪当り100匁を放養し，投餌量を放養量の5%，10%，15%の3群とし，毎日2回挽肉の鰯を投餌して59日間飼育した結果である。

Table 177. Relation between the amount of food and the variation of growth.

Amount of food	Range		Variation coefficient	
	Body length (cm)	Body weight (gr)	Body length (cm)	Body weight (gr)
5 %	5.5 ～ 8.7	0.08 ～ 0.9	10.32 ± 0.49	38.59 ± 2.08
10%	5.3 ～ 10.9	0.1 ～ 1.8	16.29 ± 0.78	40.35 ± 2.21
15%	5.6 ～ 12.5	0.1 ～ 2.4	17.77 ± 0.85	74.64 ± 5.16

即ち，餌料の投餌量と成長量の変異係数とは正比例し，投餌量が大きい程変異係数が大きくなる。

成長量の変異度を支配する生物個有の性質の諸因子としては，雌雄の相違，遺伝因子，個体変異及び産卵期の早遅等である。而してこれ等諸因子と成長との関係は密接なものである。性別に依る成長度の優劣に就いては，WALTER (1934) は鯉では雌の成長が雄よりも遙かに優良であることを実験的に証明し，BELLENI (1910) は欧洲産鰻の雌は大形となり，雄は小形なることを観察し，丸川 (1916 a) 及び著者は第2篇に於いて日本産鰻に於いて同様の結果を得た。

遺伝的因子と成長との関係は，WILLER, QUEDNAU 及び KELLER (1930) は鱒につき，著者 (1949) は鯉について実験的に優良品種を，また鰻に就いて同様の結果を認めた。(第2篇第4章参照)

大井川の同一場所に於いて，同一時期に採集したシラス鰻の体長，体重，肥満度は第173表の通りである。

Table 178. Size of glass-eels.

Items	Mean value	Standard deviation	Coefficient of variation
Body length (cm)	5.98 ± 0.02	± 0.27 ± 0.01	4.43 ± 0.21
Body weight (gr)	0.17 ± 0.01	± 0.04 ± 0.01	21.85 ± 0.12
Fatness	1272.9	—	—

即ち，種苗の大きさに就いても大きさの変異が認められ，時期又は場所，年に依つて同様の結果を示す。BELLENI (1910) は欧洲産鰻の遡河時の稚魚に就いても大なる変異を認めた。即ち，51～61 mm 群が 12.3%，65～73 mm 群が 82.1%，78～81 mm 群が 4.6%である。

SCHMIDT (1925) は欧洲産鰻，JESPERSEN (1942) は印度洋及び太平洋産鰻のレプトセフアラスの体長が同時期，同場所で採集したもので可成りの変異があることを認め，これを産卵期の相違であるとし，長期に亘るものと推論し，著者は日本産鰻の同一体長群が遡河時期の長期に亘る点から同様のことを推論した。(第3篇第9章参) 而して，遡河期を異にし，成長量を異にする (第179表)。

Table 179. Comparison of the growth among glass-eels during different times of upstream.

Time of upstream	Early in season	Height of season	Late in season
Weight-multiplication rate	0.93	1.44	1.14
Average b. w. (momme)	2.88	6.45	3.65

従つて種苗自身が自然的成長量の変異度を具備する。

成長障害を起す病気に罹患すると斃死の誘因になるばかりでなく，罹病魚は著しく成長が遅れるのに対し，非罹病魚は成長が良好であるために，両群の成長量の変異は増大する。1ヵ年間飼育した鰻を成長度の相違する3群に分け，A群は成長極めて良好，B群は良好，C群は寄生蟲の全身寄生に依る成長障害を受けた成長劣悪な群とし，成長量の変異度との関係を求めた。(第180表)

Table 180. Variation of the growth according to the occurrence of illed eel.

Items	Mean value			Coefficient of variation		
Groups	A	B	C	A	B	C
Body length (cm)	21.96±0.02	13.70±0.14	9.58±0.06	15.93±0.60	15.04±0.73	9.81±0.47
Body weight (gr)	15.78±0.61	3.00±0.10	0.95±0.06	56.86±3.49	50.50±2.64	33.89±1.78

上表で A 及び B 両群を正常に成長したとすれば，体長に於て 12.70～21.96 cm，体重に於て 3.00～15.78 gr の変異の巾を有するのであるが罹病魚の異常群があつたために，体長 9.58～21.96 cm，体重 0.95～15.78 gr という非常に大きい変異の巾を示すに至つたものである。

以上のように成長量の変異は養殖技術と極めて密接な関係がある。

3. 養鰻技術の査定法

前項に於いて養鰻技術と密接な関係がある諸函数に就いて考察を試みたが，これ等の内で係数の小さいもの程養殖技術の優良なことを示す函数として，餌料係数（F）及び成長量の変異度（V）があり，係数が大きいもの程技術が優良な函数として，増重倍率（W）がある。依つて養鰻技術を C で表わせば，次式に依つて求められる。

即ち，$C = \frac{F \times V}{W}$ 従つて，C の数値の大小は養鰻技術の優劣の標準を示す係数で数値が小さい程養鰻技術が優る。而して，各函数は魚体の大きさ，年令に依つて著しく相違するから，C を比較する場合は同一年令のものに就いて行う必要がある。

シラス鰻を 1 カ年間餌育した場合に於ける C の比較を試みると次の通りである。養鰻成績の優秀な例として，増重倍率 46.43，餌料係数 5.42，成長量の変異度 33.9 に於ける C は 3.9 を得，又，養鰻成績の劣悪な例として，増重倍率 13.1，餌料係数 7.51，成長量の変異度 57.0 に於ける C は 32.7 を示す。従つて，養鰻技術の標準を C の値に依つて次の階級に分け，その優劣の基準とすることが適当であると考える。

Table 181. Class of the eel-culture technique.

Class		I	II	III	IV	V
Value of C	One year cultured eel	＞ 5	5～10	10～20	20～30	30～40
	Three years cultured eel	＞ 100	100～200	200～300	300～400	400～500

第四篇　鰻の蕃殖保護制度の改正竝びに種鰻国家管理に関する研究

Part IV. Reform of the System of Protection and Conservation, and the Establishment of the National Management of the Fry for Culture - Eels.

1. 緒　　言

魚類の蕃殖保護の為に産卵期の漁獲禁止，親魚，稚魚，産卵場の保護等の制度を定めた現行法は余りに生物学上の制限に拘泥しているために業者を束縛し，反つて密漁を誘引し勝ちであつて，魚類の生態竝びに資源学的立場から，かかる逆効果の防止を計る必要がある。而して鰻の蕃殖保護策に就いて見るに，未だ鰻自体の生態に適合した制度を欠ぎ，加うるに躍進する養鰻業及びシラス鰻養成業の勃興した現況に鑑み，養鰻業の円滑な発展を間接的に阻止して居る点があるように思考される。従つて，鰻に関する既往の漁業取締規則を改正し，更に現状から一歩進めて円満なる業の発達の道を開拓すべき適切な制度の制定を緊要とする。

2. 養 鰻 業 の 現 状

鰻の養成は明治12年服部倉次郎氏に依つて創業されて以来，年毎に急速な発展をなし，第2次世界大戦勃発までは養殖鰻の生産は，天然鰻の夫を約数倍程度凌駕して居た。例えば昭和16年度の養成鰻生産高は3,306,272貫で，天然鰻の漁獲高は637,432貫を示し，約5倍を占めて居る。両者の生産高の年別変化（第83図）に依ると，養成鰻生産高は年毎に急激な増加を

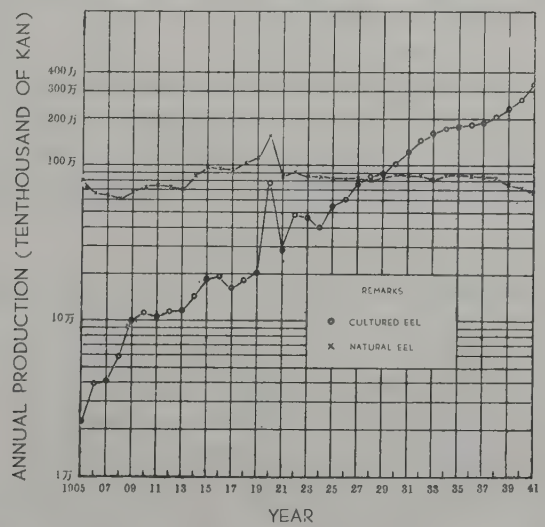


Figure 83. Annual catch of the natural eels and the pond-cultured eel.

示して居る。この点は生産を裏付ける養殖池の面積並びに場数の年別変化を見ても同様である。(第84図)

養鰻業は比較的地理的制限を受けて発達して居る。県別の生産高並びに養魚池数を示すと第182表の通りである。

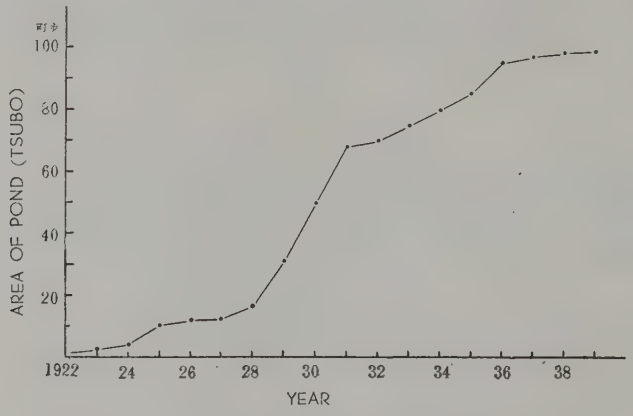


Figure 84. Annal variation of the area of the eel culture ponds.

即ち静岡，愛知両県が発達し，次いで三重県であるが，其の他の県は比較にならぬ程少ない。而して，養鰻適地は必ずしも此の地方のみに限定されたものではなく，鰻の食膳化の普及に伴い，更に普遍化するものと期待される。

一方養鰻は活物を取扱う関係上問屋が相場を支配し，兎角生産者には不利な立場に立つことが多かつたので，鰻の価格維持，販路の拡張等の立場から罐詰としての製品，又は白焼の冷凍品等，輸出食料品としての道が拓けて来た。鰻はその生産を主体として，これが製品化に迄発達し，地方の産業として主要な位置を占めて居る所があり，今後の発展が期待されるのである。而も養鰻技術上の困難な点は科学的に研究され，養成上の自然的，且技術的に生ずる障碍は逐次除却されつつある。以上のように，シラス鰻養成は専業化されて養鰻業は発展しつつある現状に於いては，種鰻としてシラス鰻の資源は業の発展に重大な使命を有することは勿論である。而して従来の断片的記録に依り，又採捕業者の経験に従えば顕著な事実として次の事項を挙げることが出来る。

1. シラス鰻の遡河量に著しき豊凶のあること。
2. シラス鰻の遡河量は年に依り豊凶はあるが，一般的に逓減の傾向が明白であること。

かかる事実は養鰻業の将来を考慮する業者にとつて看過し難い点であつて，茲に筆者は留意し，漁業警察権の強化と成鰻の放流保護の必要を強調する所以のものである。

かかる資源の減少を見ながらも，シラス鰻の採捕取締規則は全国的に統一を欠き，更に現行法はいたづらに養鰻業の円滑な発展を阻害し，而も蕃殖保護の効果を現わして居ないのであつて，鰻の蕃殖保護の徹底を要することは現下の重要な懸案であると思考する。

Table 182. Number of the culture ponds and their amounts of production in each prefecture.

Years	1935				1939			
Items	Amount of production		Number of ponds		Amount of production		Area of ponds	
Prefecture	Eel culture pond (kan)	Natural ponds and swamps (kan)	Eel culture pond (tsubo)	Natural ponds and swamps (tsubo)	Eel culture pond (kan)	Natural ponds and swamps (kan)	Eel culture pond (tsbo)	Natural ponds and swamps (tsubo)
Sizuoka	1,134,680	—	532	—	1,412,838	—	2,003,922	—
Aichi	405,876	7,341	260	19	443,229	7,752	1,447,673	95,177
Mie	121,822	1,945	156	14	87,203	1,729	347,989	114,380
Miyagi	18,629	—	17	—	18,945	350	82,000	—
Tokushima	8,418	240	8	17	4,145	137	11,560	500
Chiba	6,538	53	20	3	4,037	130	51,759	—
Miyazaki	4,727	287	15	62	1,066	94	8,662	75
Kōchi	4,365	470	21	4	3,440	250	10,355	1,500
Tochigi	4,617	18	11	4	2,880	13	6,180	2,260
Tokyo	4,000	—	1	—	2,300	—	6,000	—
Yamanashi	3,353	3,600	5	1	720	—	1,200	—
Kumamoto	3,010	1,005	7	9	656	670	8,550	25,500
Ōita	2,061	169	12	28	1,647	695	14,163	9,850
Ōsaka	1,965	2,148	—	16	3,216	2,992	1,375	68,318
Nagano	1,915	—	2	—	2,850	—	490	—
Kanagawa	2,728	—	10	—	5,869	—	17,145	—
Yamaguchi	1,885	1,272	12	152	1,545	359	19,190	13,075
Saga	1,820	467	51	5	1,275	269	1,820	18,736
Hiroshima	1,691	399	7	26	336	57	1,150	303
Wakayama	1,500	118	4	6	2,504	209	5,000	413,160
Ibaragi	1,400	—	5	—	900	—	4,595	—
Hyogo	657	941	16	118	745	797	9,150	240,130
Shiga	220	712	—	1	24	870	—	35
Kagawa	—	3,818	—	10	158	2,393	102,507	97,755
Nigata	7	1,110	—	1	5	1,030	—	9,000

3. 蕃殖保護に關する現行法

鰻の蕃殖保護のために，産卵期に於ける漁獲禁止，親魚，産卵場の保護の制度が実施されて居るが，現行法では生物学上の制度に拘泥し過ぎて，反つて業者を束縛する結果，密漁を誘因し勝ちのようである。

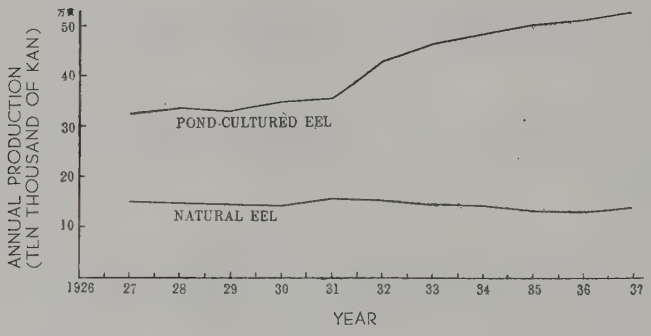


Figure 85. Annual variation of the amount of eels which were traded by a marchant.

養成生産高と天然生産高との比較に（第83図）依ると，養成生産高は遙かに天然生産を凌駕して居り，生産の年別変化の趨勢は養成生産高が益々増加しつつある。一方，東京都築地某川魚問屋に於ける天然鰻と養成鰻の取扱高との比較（第85図）に依ると，後者は前者に比して遙かに多量である。此の一例に依つても養成鰻が如何に多量に消費されつつあるかが推察出来る一面斯る事実は養成技術の進歩に伴つて両者間に商品的差別のつけ難い点を指示するものである。一方天然鰻の生産は養成鰻の需要に圧倒されて益々減少しつつある。これが原因は，天然鰻の生産費が養成鰻のそれに比して安価でない点，又万一安価であつたとしても河川，湖沼等，内水面に於ける天然鰻の生産は減少しつつあるので，安価なことを望むことは困難な経済状態である。而して天然鰻が減少しつつある事実は各地方に於ける古老の屢々口にする所であつて，正確な全国の統計的資料を求めることが困難であるが，天然鰻の主要生産地である利根川流域に於ける漁獲高の変化に就いて大正8年から昭和5年までの9ヵ年間を3ヵ年を一期として三期に分けて示すと第138表の通りである。

Table 183. Annual variation of the catch of natural eel in Tone River and its region.

Locality	Periods	Amount (Kan)	Price (Yen)
Ibaragi Prefecture	1st period (during from 1919 to 1921)	69,591	236,723
	2nd period (during from 1922 to 1924)	63,227	320,847
	3rd period (during 1925 to 1927)	63,033	240,096
Chiba Prefecture	1st period (during from 1919 to 1921)	123,581	431,139
	2nd period (during from 1922 to 1924)	100,998	439,700
	3rd period (during 1925 to 1927)	84,507	323,951

即ち天然鰻の生産量は年々減少しつつある。これは貧弱な一資料に依つたものであるが，この現象は他の各地方に於いても強弱こそあれ，大体に於いて同様の趨勢を示していると考えられる。

今内容が同様であつて，隆盛せんとする産業と衰微の傾向のある産業とが両立する場合を考えると，これを国家産業の大局から見れば，そこに大きな社会的弊害の生じない限りに於いては，前者を保護して産業的価値を挙げさせることは望ましいことであり，又当然かくあるべきことである。従つて鰻の生産の場合に就いて見ると，天然鰻の採捕は養成鰻生産に押されて減少しつつあるが，蕃殖保護制度に就いて見ると，養鰻業と天然鰻採捕業とを比較すれば前述の通りの状勢から天然鰻採捕業者よりも寧ろ養鰻業者を保護奨励すべき立場にある。然るに現行の漁業取締規則に依れば，シラス鰻の採捕は漁獲禁止，所持，販売を得ないことになつて居り稚鰻の保護を実施して居るが，これを養殖，学術及び其の他特別の事由に依つて漁獲せんとする者には地方長官の許可を得ることになつて居る。然し全国に統一されたものでない。即ち，

a) 鰻の採捕に関し，何等制限禁止をしない県（6県）
神奈川，長崎，奈良，福井，山口，和歌山。

b) 一定の大きさに達しないものの採捕，所持，又は販売禁止を実施している県（39府県）。又，シラス鰻の採捕禁止を明記した県（大阪，静岡一府一県）

c) 養殖の目的を以つてする所持，又は販売を認めた県（12府県）。東京，兵庫，新潟，群馬，茨城，静岡，佐賀，滋賀，島根，大分×，京都×，徳島，
備考　×印採捕をも認めたもの

d) 体長制限を行わない県（12県）。
北海道，東京，神奈川，三重，和歌山，山口，長崎，福岡，福井，群馬，山梨，奈良。

而して大きさの制限の多くは体長を以つて示し，制限体長を 21 cm 前後以下とした法律が比較的多いが，制限範囲は可成り広く殆んど無統制の状態である（第 184 表）。

Table 134. Limitation of body length catching the eel by prefecture.

Prefecture	Limitation of catchable body length	Prefecture	Limitation of catchable body length
Aomori	Below 26.4 cm	Miyazaki	Below 23.1 cm
Iwate	Below 19.8 cm	Kagoshima	〃
Shizuoka	Below 16.5 cm	Kumamoto	〃
Aichi	Below 19.8 cm	Saga	Below 19.8 cm
Ōsaka	{Below 6 cm (so-called (Noboriko)	Shimane	Below 25.0 cm
		Nagano	Below 26.4 cm
Hyōgo	Below 23.1 cm	Ibaragi	Below 19.8 cm (so-called Dakko)
Okayama	Below 23.1 cm	Chiba	Below 22.8 cm (26.1 cm in Teganuma)
Hiroshima	Below 23.1 cm	Tottori	Below 40.0 cm
Ehime	Below 23.1 cm	Kyoto	Below 26.4 cm
Kagawa	Below 23.1 cm	Ishikawa	Below 33.0 cm
Saitama	Below 26.4 cm	Toyama	Below 26.4 cm
Shiga	Below 36.3 cm	Niigata	Weight below 20 momme
Miyagi	Below 19.8 cm	Yamagata	Below 33.0 cm
Fukushima	Balow 23.1 cm	Akita	Below 33.0 cm
Tokushima	Below 23.1 cm	Tochiki	Below 26.4 cm
Kōchi	〃	Gifu	Below 26.4 cm
Ōita	〃		

即ち積極的に親魚の保護を実施して居る県は殆んどなく，僅かに体長 33.0 cm 以上の鰻を保護している県は滋賀，秋田，山形，鳥取，石川，新潟の6県に過ぎない。而してこれ等の多くの県は鰻の棲息が少ない地方である。

漁獲禁止期間の制定をして居る県は福岡県（3月1日より5月31日迄），島根県（1月10日より12月31日迄体長 25 cm以下），鳥取県（10月1日より12月31日迄 36 cm 以下）の3県に過ぎない。而して福岡県は体長制限をして居ない代りに禁止期間を以つてし，主としてシラス

鰻を目的とするものと解され，島根，鳥取両県は体長及び禁止期間を以つて，主として下り鰻を対照としたものと解されるが，蕃殖保護を目的とするためにはかかる体長は小型に失し，本来の目的を達し得られない生態を無視した制度である。(第2篇第6章参照)

禁止漁具の主要なものは，鰻手繰網，及び根曳網を装置した細美網，5寸間，4節以上の手繰網，待網，鰻網，電力使用の漁法等であつて，何れも親鰻保護には効果的役目を全くなして居ない。即ち水族蕃殖保護に関する法令を完備させることが緊要である。更に養鰻主要生産地である静岡県漁業取締規則の例に依れば次の通りの規程がある。

第14条　左に掲げる水産動植物はこれを採捕，所持，又は販売することを得ず，これが製品も又同じ，但し養殖の目的を以て所持又は販売するは，此の限りにあらず。

1. うなぎ(のぼり子を含む)体長 18.5cm 以下

第20条　養殖，学術，研究其の他特別の理由に依り本則に於て制限又は禁止したる行為をなさんとする者は左の事項を記載し知事の許可を得べし。

1. 水産動殖物の種類
2. 目　的
3. 場　所
4. 時　期
5. 方　法

前項の許可を受けたる者，採捕に従事するときは許可指令書を携帯すべし。

即ち，第14条と第20条の規程に依り，養成業者はシラス鰻を採捕することは勿論養殖の目的に該当する故，許可願を提出することに依つて許可される理である。然し県当局ではこれを許可するに当り養成業者に無制限に漁獲さすことは養成業者のみの独占的行為となり，却つて公益のための制限禁止を害するものであるとの見地から次の方針を採用して居る。即ち1町歩の池に対する放養量を10貫目と看做し，1町歩以上経営する者には10貫目を限度として許可することとし，これ以下の者に対しては経営池面積の減少に従つて許可する。又養成業者の独占的行為となることを避けるために漁業者にも養成業者の引受のあつた場合に限り同様10貫目迄を限度として許可し，此の場合の許可数量は引受者の使用面積に依つて決定して居る。許可する養成業者は此の場合，成鰻養成業者たると原料養成業者たるとを問わず許可して居る。又漁業者の許可に当つては上述引受証及び養魚同業組合長並びに組合理事が漁業者であることを認めた副申書の提出を要求し，慎重な態度を取つて居る。而も県外移出は絶対に禁止され，シラス鰻採捕は，漁獲数量，漁業者数，漁期，漁具の制限を受けて居るのである。これに依れば現在勃興し既に専業化し，又養鰻生産機構の滑磨剤的存在として認められる，種鰻養成業の発展に対する一障害であると思う。

シラス鰻採捕は以上のように許可制であつて，種鰻の不足のために可成り密漁が養鰻地方で行われて居る。此れは要するに躍進せんとする産業に対してその原料を必要以上に制限を加えて居るがためである。飜つて衰退しつつある天然鰻(主に下り鰻)の採捕に対しては何等の保護制度が実施されて居ない現状である。現代天然鰻の漁獲は減少しつつあり且シラス鰻の遡河量の減少しつつある主な原因の一つとしては，成鰻の保護制度が皆無であるのに対して，一方では種鰻の需要の激増した為にこれに応じて採捕数量が増大したためと思考される。従つて鰻の蕃殖保護を真剣に考えるならば，何故に下り鰻の保護又は成鰻の積極的放流を実施する一方業の発展のためにシラス鰻の採捕制限を徹廃しないのであろうか。

著者（1936 e）に依れば日本産鰻の雌鰻は1尾実に 600 万～1,100 万粒の卵巣卵を孕卵するものであつて，これが孵化産卵し親魚に成長する迄の環境障碍，疾病，外敵に依る被害等の自然減少量を考慮するも，下り鰻1尾の採捕は多数のシラス鰻の採捕に匹敵することが了解される。

依つて茲に合法的鰻生産過程が社会の必然的情勢に支配されて生れ出るものと確信し，次の提案を以つて本論とする。

4. 本　　論

A. シラス鰻採捕制限を拡張し許可漁業とすること

シラス鰻採捕数量，期間，漁獲者に対する制限及県外移出に対する禁止を徹廃し，シラス鰻養成又は学術研究のために知事の必要と認めた者に対して願に依り許可を与え，許可証を所持する者に於いてのみ漁獲を許可する。但し，知事が必要と認めた漁獲器具に対しては制限を行うものとする。而してシラス鰻採捕許可願を提出せんとする者は，その目的，場所，漁獲器具類に就いて説明を明示し，漁獲量は報告するものとする。

B. 親魚の保護

a. 養鰻業者は毎年 10月中旬，11月下旬迄の適当な時期を選定し，シラス鰻收容量に対する適正量[註1]の生産鰻で体長 40 cm[註2] 以上のものを河川に放流する義務を有す。而してこれが実施は組合又は個人に於いて行うものとする。

b. 親鰻漁獲禁止期間を9月中旬より11月中旬迄とし，親魚放流の実を挙げる。而してこれを最も効果あらじめんがためには養成又は漁業を主体とする組合を発達させ，更に強化することに依つて漁業警察制度を確立することが肝要である。

C. 養鰻技術上より見た種鰻の意義と種苗確保の必要性

養鰻業経営上重要な問題は生産費と成鰻の価格である。生産費は飼料代と種鰻代に大部分を占められ，両者は経営上略同程度の重要さを示している。現代の養鰻技術上からすれば鰻1貫目生産に要する飼料の量は鰻では約 6,7貫目と見做される。従つて飼料の品質，価格，投餌の方法の如何は生産費を左右する重大な役目をなす。その内で飼料の価格は安価なものを恒久的に多量得ることが緊要であるが，然し現在使用されて居る鰻は年に依り，又時季に依り甚だしい価格の高低がある。飼料の価格の高低に伴い鰻の価格が変動すれば生産業者にとつては考慮外の問題であるけれども，鰻の価格は順応して居ないのである。

一方飼料と同様に生産費の重要な地位を占めるのは種鰻であるが，この価格は成鰻の価格と密接な関係を有する。即ち成鰻の価格が物の需要と供給の相互関係に従い種鰻の需要が大で供給が伴わないような場合（例えば種鰻の漁獲又はシラス鰻の養成不良等の多くの場合）には種鰻価格は高騰する，所が種鰻漁獲の不足は成鰻生産量に直接関係を有するからして直ちに成鰻生産量に影響し，種鰻と同様成鰻価格は高騰するのが一般の例である。然し多くの場合は種鰻の価格は，成鰻価格よりも安いのであるが，鰻の出廻りが至極好調であつて養鰻業の活況を呈

註　1. 前年のシラス鰻放養数量の $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ に相当する親鰻を適当と考える。
　　2. 第2篇第6章参照生殖線の成熟状態の調査結果による。

する場合にはこれと反対の場合を示すことがある。然し此の場合でも種鰻と成鰻との価格の変動は密接な関係を保持して居るのである。

以上は養鰻経営上より見た種鰻価格の重要なことを述べたのであるが更に養鰻技術上から種鰻の意義を説明することとする。

魚類の成長を表わす因子として増重倍率と餌料係数とがある。増重倍率とは飼育期間中に増肉した量を放養量で除した数で数値の大きいものほど良い。又餌料係数とは単位増量に要する投餌量を以つて示す係数であつて数値の小さい程良好なことを示す。種鰻の品質の優良なものを選出することは技術上重要なことであるが，従来の研究に依り実際に応用出来る範囲内に於いて論ずると次の通りである。

種鰻は若い年齢のもの，又は小さいもの程餌料係数は小で増重倍率は大である。例えばシラス鰻養成では餌料係数は平均 5.7 良好なものは時に 5.4 を示す。増重倍率は平均 32.2 で，良好なものは時に 50.0 以上を示す。然るに年を経るに従い餌料係数は大となり，増重倍率は小となる。所謂養中養成に使用される普通業者の原料鰻と称されるものにあつては餌料係数は普通 12.2，増重倍率は 1.7 であるが，不良な種鰻で年数を経たものにあつては，時に餌料係数は 26.4，増重倍率は 0.7 を示すことがあるのであつて，養鰻技術上種鰻の品質の選定は極めて重要なことである（第3篇第1章参照）。

D. 種鰻を国家が管理すべき必要性と妥当性

以上述べて来たように種鰻の品質は養鰻技術上重要なものであり，鰻の生産費を決定する重大な因子となる。又鰻の蕃殖保護の必要な現時に当り，下り鰻の保護が適切緊要であつて，シラス鰻の採捕の制限はいたずらに養鰻業の円滑な発展を阻止し，尚且密漁を誘引し勝ちである。

種鰻の優良な品質を廉価に業者に提供することは養鰻業界に緊要なことである。然しこれを民間で実施するのは現代の養鰻技術を以つてしては至難なことである。唯単に養鰻技術上重要な点のみで種鰻を国家管理すべき程緊要な理由にはならないのであつて，これを蕃殖保護の見地を併せ考慮する時に必然性が認められ，業の恒久的発展に資することが出来るのである。蕃殖保護の立場と養鰻の円滑な発達の為に，シラス鰻の採捕制限を徹收して，成鰻を放流又は保護することが必要であり，妥当な方法であるが，但し，シラス鰻の採捕を無制限とすれば濫獲の為に漁獲激減は必定で，成鰻の放流又は保護さえも効果を失う結果となるであろう。故に養鰻業の現状に応じた適当な数量を漁獲調節する必要がある。

種苗生産の調節は成鰻生産の見透しを付け得られる結果，成鰻の価格に対し安定を与えることとなる。従つて生産業者は有利となる，シラス鰻の採捕制限を徹收し種鰻生産を調節する上にはシラス鰻の採捕，所持，販売を民間に於いては厳禁し，国家で管理するのが最も適宜な方法である。これに依つてシラス鰻の採捕取締の徹底を期すことが出来る。種苗の国家管理に依つて養鰻経営上与えられる特典としては次のようなものである。

（1）成鰻生産高の趨勢，飼育総面積並びに養鰻技術等から算出して種鰻の必要量を決定し之に基いて養成を行い得られ，又種苗の採捕量に応じて種鰻生産高が判明する。

（2）優良な品質を保証し，安価に而も一率の価格で以つて購入し得られる。

（3）生産費の安定を期すことが出来る。

（4）生産費を低下し得る。

（5）市価の安定調節を行うことが出来る。

国家的には次の様な効果を挙げ得ると考えられる。

（1）種鰻の生産を調節することに依り，シラス鰻の無制限的採捕を徹底的に取締る事が出来，成鰻の放流又は保護に基いて鰻の蕃殖保護が実施される。

（2）鰻の蕃殖保護が行われる為に恒久的に種苗採捕することが期待され，養成業界の不安を除去し得られる。

（3）生産費の安定と低下に従つて，生産業者に非常な力強さを与え，業の確立を誘導し鰻の生産を増大する可能性が認められる。

（4）養鰻適地に養鰻業を積極的に奨励し得られる。

以上のように業者にも又，且国家的にも有利なものであるが，種苗を国家が管理することに依つて犠牲を払うべき業者の立場を考察して見るにこれに属する業者はシラス鰻養成を専業とする業者及び種鰻取引業者である。假りに国家が種苗を管理することに依りシラス鰻養成を民間に禁止したとするもこれを専業として居た業者は，成鰻養成に極めて容易に転業し得られ，この際に何らの損失を蒙らない。而して国家が管理するも種苗の養成は民間に委託させることが出来るから，この点は全く問題外である。

次に種鰻取引業者で，現在シラス鰻養成を専業として居る者は極めて少数であり，局限されて存在し，舞阪，千葉の一部にあるに過ぎないがこれの業者は必要に応じて成鰻取引業者に容易に転業し得られる。

5. 結　　論

次のような国家管理法を提案して結論に代えることにする。

（a）採　　捕

シラス鰻の採捕，所持は国家に依つてのみ許され，民間には厳禁する。但しこの場合に国家は民間に採捕を命じ従事せしめることが出来る。従つて従来のようにシラス鰻の採捕すべき大きさの制限，数量，採捕期間，漁獲方法，漁具，漁業者数等の制限は無用となる。

（b）養　　成

種苗の養成は原則的には，国家の機関に依つて行うべきであるが，国家の管理の下に民間に委託せしめることが出来る。目下，鰻の養成は静岡県，愛知県，三重県に特異な発達をなし，鰻生産高の大部分を占めて居るので，この地方に種苗養成を専問とする国家機関の設立を必要とする。其の他の地方にあつては適宜民間に委託せしめるか水産試験場で養成することが得策である。

（c）販　　売

養鰻業者の求めに応じて，種苗を交付する。価格は実費として公表することを要す。種鰻の販売取引は民間には厳禁するものとする。

（d）調　　査

成鰻の生産高，シラス鰻の遡河数量，養鰻業の趨勢，業者の要望等に就いては詳細に調査を

し，種苗生産量の基準を定めねばならない。

根本的には大要以上の通りであつて，実施するに当つては現行法のシラス鰻採捕制限を廃止し，これに代わるに成鰻の放流又は保護を実施するように漁業法を改正せねばならぬことが先決問題である。これに伴い種鰻を国家で管理するに最も適当な具体的方法並びに実施については，他の養殖魚族の種苗と同一歩調をとつて実施し得られる。

現代の本邦養殖業を大観すると，大体に於いて各魚種の中心地は局限されて居るようである。従つて，その中心地にある地方水産試験場はその事業を拡張して必要に応じた種苗の養成を行うことが出来，従来の中途半端な種苗払下事業の徹底を期せねばならない。

農林省水産庁は魚種の蕃殖保護と，業界の趨勢と要求に順応して適切な種苗供給方策を樹立することが緊要である。即ち種苗の国家管理こそ，現代の養成業の無軌的指導方針を脱して魚種の蕃殖と養護大計に基いて指導する積極的方法であると考へる。

引　用　文　献

Bibliography.

ABE, T. 1939. A list of the fishes of the Palao Islands. Palao Trop. Biol. st. Stud., 4.

阿部　圭. 1932. 養魚の研究. 大日本水産会.

雨宮育作. 1921. 下り鰻の卵巣中の卵. 水産学会報. 3 (3).

————. 1922. 鰻の遅かなる成長度の実例. 同上 3 (4).

青山保吉. 1927. 流水式養鰻試験. 栃木県庁商工課（謄写版）.

ARCHEY, G. 1924. Fresh - water eels and their life history. The New Zealand Journ. Science and Technology, 7 (1).

浅野長雄. 1939. 南洋群島の鰻（予報）. 科学南洋. 2 (2).

BAUDELOT, M. E. 1873. Recherches sur la structure et le Development des Ecailles des Poissons ossenx. Archives de Zoologie experimentale et générale, 2 (5--6).

BELLENI, A. 1907. Experiences sur l′ évelage de l′ Anguille en stabulation â Comacchio. Bull. Soc. Cent. Agri. Pèche.

————. 1910. Aalzuchtversuche. Zeitschr. f. Fisch., 15 (2—3).

BERTIN, L. 1935. Migrations et Metamorphosis de L′ Anguilla d Europe. Exp. Biol. Zool., 264.

BLEEKER, P. 1865. Nouvelle notice sur la faune ichthyologique du Siam. Ned. Tijdscher. Jierk., 2.

BOUCHER, S and FONTAINE, M. 1934. Sur la maturation provoquée des organes geintaux de l′ Anguilla. C. R. Soc. Biol., 116.

BRUUN, A. F. 1937. Contributions to the life histories of the deep sea eel : Synaphobranchidae. Dana - Report, 11 (9).

BRUUN, HEMMINGSEN and LERCHRISTENSEN. 1949. Attempts to induce experimentally maturations of the gonads of the European eel, ***Anguilla anguilia*** L. Acta Endocrinol, 2 (3).

CANTOR, T. E. 1849. Cataloque of Malayan fishes. Journ. Asia. Soci. Bengal, 18.

CHEN, J. 1929. A review of the apodal fishes of Kwangtung. Bull. Biol. Depart. Sci. Coll. Sun Yatsin. Univ., 1 (1).

CHEN, CHIEN SHAN. 1931. Eels of South and Central China. (Text in Chinese). Wissen und Wissenschaft, 2 (4).

CHEVEY, P. and LE MASSON, J. 1937. Contribution â l′ étude des poissons des eaux douces tonkinoises. Inst. Ocean. de L′ Indo - China, 33.

陳　謀　瑛. 1922. 鰻の消化酵素に就いて. 水産研究誌. 17 (2—3).

CHU, YUAN TING. 1931. Index Piscium Sinensium. Biol. Bull. St. John. Univ., 1.

————. 1935. Fishes of the West Lake. West Lake Museum, Hangchow, Chekiang.

CUNNINGHAM. 1891. On the reproduction and development of the Conger. Journ. M. B. A.（巻数不明. 別刷による）.

DELSMAN, H. C. 1927. On the distribution of the fresh water eels on Java. Treubia, 9 (4).

————. 1929 a. The distribution of fresh water eels on the Greater Sunda Islands. Fourth Pacific Sci. Congress. (Java), 3.

————. 1929 b. The Study of Pelagic Fish-Eggs. Fourth pacific Science Congress., 3.

————. 1929 c. The distribution of fresh water eels in Sumatra and Borneo. Treubia, 11.

DERAYAGALA, P. E. P. 1933. Names of Fishes from Ceylon,. Ceylon Journ. Science. Sect. C. Fisheries.

越後一雄. 1933. 鰻血液の異種血球凝集作用並に溶血作用に関する実験的研究. 十全会雑誌. 38 (7).

EGE, V. 1939. A revision of the genus Anguilla Shaw, a systematic, phylogenetic and geographical study. Dana. Report, 16.

江熊哲翁. 1924. シラス鰻養成試験. 大分県水産試験場業務報告 (大正11—13年度).

EHRENBAUM, E. 1929. Der Flussaal. Handbuch der Binnenfischerei Mittel Europas, 3 (4).

EHRENBAUM and MARUKAWA. 1913. Über Altersbestimmung und Wachstum beim Aal. Zeit. f. fisch., 14 (2).

EICHENBAUM, E. 1923. Das Auftreten der Aalbrut an der deutschen küste und ihre erste Nahrungsaufnahme. Wissenschaftliche Meersuntersuchugen, 15 (2).

EIGENMANN, C. H. 1901. The egg and development of conger eel. Bull. U. S. Fish. Comm., 21.

EVERMANN, B. W. and GOLDSBOROUGH, E. L. 1907. The fishes of Alaska. Bull. Bureau of Fisheries, 26 (1906).

EVERMANN, B. W. and SEALE, A. 1907. Fishes of the Philippine Islands. Bull. Bureau of Fisheres, 26.

EVERMANN, B. W. and SHAW, T. H. 1927. Fishes from eastern China, with description of new species. Proc. Calif. Acad. Sci., 16 (4).

FOWLER, H. W. 1925. Fishes of Guam, Hawaii, Samoa and Tahiti Bernice. P. Bishop. Mus. Bull., 22.

————. 1928. The fishes of Oceania Memoris of the Bernice P. Bishop Mus., 10.

————. 1936. The fishes of the George Vanderbilt South Pacific Expedition, 1937. Monographs of the Acad. Nat. Scie. of Philadelphia, 2.

————. 1938. A list of the fishes known from Malaya. Fisher. Bull., 1.

————. 1920. A small collection of fishes Soochow, China, with description of two new species. Proc. U. S. Nat. Mus., 58 (2338).

FOWLER, H. W. and BEAN, B. A. 1922. Fishes from Formosa and the Philippine Islands, Ibid. 62 (2448).

FRANZ, V. 1910. Die japanischen knochenfische der Sammlungen der math-phys. Klasse der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften, 4 (1).

FU, TUNG-SHENG. 1934. Studies of the fishes of Pai-Chuan. Bull. Honan Mus., 1 (2).

FU, T. S. and TCHANG, T. S. 1933. The study of the fishes of Kaifeng, Part. 1, Ibid. 1 (1).

藤田政勝. 1906. ウナギとアナゴの稚魚. 動物学雑誌. 18 (208).

————. 1913. 鰻のレプトセファラス時代の研究に就いて. 大日本水産会報. 374.

————. 1914. 養鰻池泥土問題. 水産研究誌. 9 (12).

————. 1933. 鰻仔と云われるレプトに就いて. 楽水会誌. 28 (10).

藤田憲二. 1936. 養鰻池の底質並に水質に就いて. 静岡水試月報. 28.

福田博業. 1935. 鰻油に就いて. 養殖会誌. 5 (7—8).

藤　哲夫. 1928. ゲイタ型鰻に就いて. 水産学会報. 5 (3).

藤原斉家: 1907. 鰻の中毒に因る全身皮下及び粘膜出血の実験. 広島衛生医事月報. 105.

FUJITA, T. 1929. The skin-disease of the Eel. Ann. Zool., Jap., 12.

GEMZÖE, K. J. 1908. Age and rate of growth of the eel. Rep. Danish Biol. St., 3.

GOLDSCHMIDT, R. 1931. Die Sexuellen Zwischenstufen Monographien aus dem gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, 23.

GRASSI, B. 1919. The reproduction and metamorphosis of the common eel (*Anguilla vulgaris*) Q. J. M. S., 39.

GRASSI, B. and CALANDRUCCIO. 1919. Nuove ricerche sulla storia naturale dell' anguilla. Rep. Comitate Talasso-grafic. Ital. Mem., 67.

GÜNTHER, A. 1370. Catalogue of the fishes in the British Museum, 8.

五島清他一名. 1928. 第一回流水式鰻養殖試験. 岐阜増殖場業務成績報告（昭和3年度）.

後藤道雄. 1913. 鰻血液による一種の皮膚炎 *Dermatitis ichthyotoxica* について. 鎮西医報. 150.

————. 1914. 鰻血液皮膚炎 *Dermaitis ichthyotoxica* について（第二回報告）. 同上. 151.

————. 1916. 鰻血液の毒性について. 児科雑誌. 133.

月令水生. 1913. 北海道に供給せられる鰻. 親潮. 16.

原田五十吉. 1943. 海南島淡水魚類譜. 黎族及其環境調査報告. 第2輯. 海南海軍特務部政務局編.

浜名湖分場. 1935. シラス鰻生態調査. 静岡 水試月報. 18.

————. 1937 a. 鰻と青酸曹達との関係. 苛性曹達と鰻との関係. 静岡県水産試験場報告. 31-32.

————. 1937 b. 養鰻出荷統計表. 静岡県水試月報. 38.

萩原実次. 1914. 養鰻池泥土問題. 水産研究誌. 9 (12).

HATAKEYAMA & OKAMURA. 1928. Über die Kenntnis von der Fischgalle. Ⅲ. Die golle von *Cyprinus carpio, Carrassius auratus, Anguilla japonica & Anago anago*, Journ. Biochem., 9.

HANSEN, J. B. 1939. The experimental hormone stimulation of the reproductive organs of the common eel. Bull. Mt. Desert. Biol Lab., 25.

HERRE, A. W. 1923. A review of the eels of the Philippine Archipelago. The Philippine Journ Science, 23 (2).

————. 1931. Notes on fishes in the Zoological Museum of Stanford University. 1. The fishes of the Herre Philippine Expedition of 1931. Printed by the news paper Enterprise Ltd., Hong Kong.

————. 1934. Hong Kong fishes collected in October - December, 1931. The Hong Kong Nat. Supp., 3.

————. 1936. Fishes of the Crane Pacific Expedition. Field Mus. Nat. Hist. Chicago, Zool. Series, 21.

————. 1939. On a collection of fishes from Nanyo, the Japanese mandated Islands. Annot. Zool. Jap., 18 (4).

HERRE, A. W. and MYERS, G. S. 1931. Fishes from southern China and Hainan. Lingnan Sci. Journ., 10 (2—3).

日暮　忠. 1910 a. 伊太利コマキヨの養鰻事業視察旅行記. 水産研究誌. 5 (4—5).

————. 1910 b. 養魚池にて鰻を補ふる軽便な方法. 水産研究誌. 5 (6).

————. 1913 a. 養鰻事業の現況並に将来. 水産界. 435.

————. 1913 b. 森ケ崎魚貝養殖合資会社の養鰻試験. 水産研究誌. 8 (6).

————. 1914 a. 鰻の養成法. 大日本水産会報. 381. 382. 383. 385. 386. 387.

————. 1914b. 養鰻上に於ける研究問題. 水産研究誌. 9 (1).

————. 1917. 生活鰻の遠距離鉄道輸送試験. 水産界. 423.

————. 1919. 手賀沼の養鰻事業. 同上. 440.

日暮忠. 橘英三郎. 1912. 鰻魚堰架設試験. 水産講習所試験報告. 8 (5).

HIYAMA, Y. 1952. Thermotaxis of eel fry in stage of ascending river mouth. Jap. Jour. Ichthyology, 2 (1).

本間英史. 1924. 鰻血清の毒性研究. 南満洲医学会雑誌. 12 (3).

HORNYOLD, A. G. 1922. The age and growth of some eels from a small Worcestershire Pond. Journ. Ray. Microscope. Soc., 42.

————. 1926. Otoliths of large eels from Albufera of Valencia. Ibid. 46.

HABBS, C.L. 1922. Variations in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes collected with the temperature of water during development. The American Naturalist, 56.

————. 1925. Racial and seasonal variation in the Pacific herring, California Sardine and California anchovy. Calif. Fish and Game. Comm. Fish. Bull., 8.

————. 1934. Racial and individual variation in animals, especially fishes. The American naturalist, 68.

市島宇八. 1927. 富山県水産生物目録. 上巻.

鴨脚七郎. 1924. 湖沼河川利用水産増殖に就いて. 第6回全国湖沼利用水産養殖研究会要録.

池田兵司. 1936. 青森県の淡水魚. 博物学雑誌. 34 (59).

————. 1937. 筑後川水域の淡水魚相に見られる大陸系魚類の浸潤に就いて. 博物学雑誌. 35 (60).

————. 1938. 宮崎県の淡水魚類. 同上. 36 (65).

池末　彌. 1935. 養鰻池に於ける水温. 酸素量及び PH の測定結果. 養殖会誌. 5 (1—2).

今西岩太郎. 1932. 吉野川産魚類の研究. 謄写版刷.

今村正実他三名. 1928. 養鰻試験. 佐賀県水産試験場業務報告書. (大正7年—昭和3年度)

今村与善. 1937a. 魚類循環器系統の比較薬理学的研究. 第1報. 魚類血管器系統に対する諸種薬物の作用. 長崎医会. 15.

————. 1937b. 魚類心臓に対する心臓毒特に Digitolis 属薬物の影響. 同上.

稲村兵助. 1940. 爆破の魚類聴器並に内臓諸器官に及ぼす影響に就いて. 東北医学雑誌. 31 (3).

稲葉　俊. 1937. 養鰻池の水変りに関する予察的研究. 静岡水試報.

————. 1939. シラス鰻養殖試験報告. 静岡県水産試験場浜名分場.

————. 1952. ウナギの養殖. 水産界. 811, 812.

稲葉俊. 山本精二. 1938. シラス鰻と其の養殖. 同上.

稲葉俊. 清石礼蔵. 1942. 鰻養殖に関する研究. 1. 養鰻池底質の性状と其の改良に関する研究. 2. 酸性土壌により成る養鰻池の施肥に関する研究. 同上.

稲葉伝三郎. 1934. 養鰻池の水変りとプランクトン. 養殖会誌. 4 (9).

————. 1936. 養魚池の害鳥としてのコアヂサシ. 同上. 6 (12).

稲葉. 清水. 1636. 養鰻池の水変りとプランクトン. Ⅱ) 水変り前後に於けるプランクトンの消長. 同上. 6 (9)

猪子吉人. 1892. 鰻鱺魚の血液に存する毒. 東京医事新誌. 714.

ISHIKAWA, C. 1895. A preliminary note on the fishes of Lake Biwa. ZooL. Magazine, 7. (82).

————. 1898. On the variations of the proportional lengths of the head, etc., as to total length in our common eel. Annot. Zool. Jap., 2.

Ishikawa, C. and Matsuura, K. 1897. Preliminary catalogue of fishes including Dipnoi, Cyclostomi and Cephalochorda in the collection of the Natural History Department, Imperial Museum, Tokyo.

Ishikawa, C. and Takahashi, N. 1914. Note on the eel of Japanese, Corean, Formosan and adjacent waters. Journ. Coll. Agri. Imp. Univ. Tokyo, 4 (7).

石川千代松. 1890. ウナギの寿. 動物学雑誌. 2 (16).

石川昌外三名. 1929. 鰻放流試験. 水産試験場成績総覧.

石川重美. 1915a. 日本産鰻の粘液胞子蟲病. 動物学雑誌. 27 (321).

————. 1915b. 鰻の皮膚に寄生するレントスポラ. 同上. 27 (323).

————. 1916a. 本邦産鰻の鰭に寄生する粘液胞子蟲. 同上. 28 (333).

————. 1916b. 手術せる鰻の角膜清澄す. 同上. 28 (334).

————. 1916c. 本邦産鰻の眼窩に寄生する1新線虫 *Filaria anguillae n. sp.* に就いて. 同上 28 (332).

Jespersen, P. 1926. Age determination of Eels from Norfolk and Cumberland. Journ. du Conseil, 1 (3).

————. 1942. Indo-pacific Leptocephalids of the genus Anguilla systematic and biological studies. Dani Report, 22.

Jordan, D. S. 1892. Relations of temperature to vertebrae among fishes. Proc. U. S. Nat. Mus., 14.

————. 1893. Temperature and vertebrae, a study in evolution, being discussion of the relations of the number of vertebrae among fishes to the temperature of the water and to the character of the struggle for existence. Water Quarter Century Book.

Jordan, D. S. 1894. Latitude and vertebrae; a study in the evolution of fishe. Populate Science, 45.

————. 1913. Description of *Anguilla manabei*, a new eel from Japan. Proc. U. S. Nat. Mus., 44 (1957).

————. 1919. Temperature and vertebrae in fishes, a stuggestid test. Sci. N. S., 49 (1266).

Jordan, D. S. and Evermann, B. W. 1903. Note on a collection of fishes from the Island of Formosa. Proc U. S. Nat. Mus., 25 (1289).

————. 1905. The aquatic resources of the Hawaiian Islands. part. 1. — The shore fishes. Bull. U. S. Fish Comm., 23 for 1903.

Jordan, D. S. and Fowler, H. W. 1902. Notes on little known Japanese fishes with description of a new species of Aboma. Proc. U. S. Nat. Mus., 25 (1298).

Jordan, D. S. and Hubbs, C. L. 1925. Record of fishes obtained by David Starr Jordan in Japan, 1922. Mem. Corneg. Mus., 10 (2).

Jordan, D. S. and Metz, C. W. 1913. A catalogue of the fishes known from the waters of Korea. Ibid., 6 (2).

Jordan, D. S. and Jordan, E. K. 1922. A list of the fishes of Hawaii, with notes and descriptions of new species. Ibid., 10 (1).

JORDAN, D. S. and RICHARDSON, R. E. 1908. Fishes from Islands of the Philippine Archipelago. Bull. Bur. Fish., 27.

————. 1909. A catalogue of the fishes of the Island of Formosa, or Taiwan, based on the collections of Dr. Hans Sauter. Mem. Carneg. Mus., 4 (4).

JORDAN, D. S. and SEALE, A. 1906. The fishes of Samoa. Bull. Bur. Fish., 25 (1905).

JORDAN, D. S. and SNYDER, J. O. 1900. A list of fishes collected in Japan by Keinosuke Otaki and by the United States steamer Albatross, with descriptions of fourteen new species. Proc. U. S. Nat. Mus., 23 (1213).

————. 1901 a. A Preliminary Check List of the Fish of Japan. Annot. Zool. Jap., 3.

————. 1901 b. List of fishes collected in 1883 and 1885 by Pirre Louis Jony and preserved in the United States National Museum, with descriptions of six new species. Proc. U. S. Nat. Mus., 23 (1235).

————. 1901 c. A review of the apodal fishes or eels of Japan, with descriptions of ninteen new species. Ibid, 23 (1239).

JORDAN, D. S. and STARKS, E. C. 1906. List of fishes collected on Tanega and Yaku, offshore of Southern Japan, by Robert Van Vleck Anderson, with descriptions of seven new species. Ibid, 30 (1462).

JORDAN, D. S. and TANAKA, S. 1927. The fresh water fishes of the Riukiu Islands, Japan. Annals of the Carneg. Mus., 17 (2).

JORDAN, D. S., TANAKA, S. and SNYDER, J. O. 1913. A catalogue of the fishes of Japan. Journ. Coll. Science, Imp. Univ. Tokyo, 33.

JORDAN, D. S. and THOMPSON, W. F. 1914. Record of the fishes obtained in Japan in 1911. Mem. Carneg. Mus., 6 (4).

鹿児島県水産試験場編. 1934. 鹿児島県産魚類目録. 謄写版刷.

神谷尚志. 1915. 舘山湾に於ける浮性魚卵並に其の稚魚. 水産講習所試験報告. 11 (5).

蒲原稔治. 1933. 鰻の熟卵. 動物学雑誌. 45 (531).

————. 1934 a. 土佐の淡水魚. 楽水会誌. 29 (6).

————. 1934 b. 浦戸湾内に於ける魚類の移動状態. 植物及び動物. 2 (2).

————. 1940. 土佐産無足魚類の分類. 高知高等学校自然科学部研究報告. 6.

————. 1943. 土佐の河川の魚類. 土佐の博物.

片山正夫. 1940. 富山湾産魚類目録. 富山博物学会誌. 3.

————. 1941. 円山川の魚類 (其の一). 兵庫県中等教育博物学雑誌. 7.

川村久治郎. 1916 a. シラス鰻運搬試験. 水産講習所試験報告. 11 (4).

————1918. 鰻の習性に就き 1,2 の観察. 水産研究誌. 13 (2).

川村習助郎. 1947. ホルモンによる魚類の産卵促進. 生理生態. 1 (2).

川村正雄. 1921. 養魚池に於ける酸素水溫及び気象状態と浮游生物の関係. 同上. 16 (7,8,9,10).

金子政之助. 1913 a. 養鰻池に特に泥土を要するや. 同上. 8 (6).

————. 1913 b. 養鰻池底の泥に就いて. 同上. 8 (10).

勝木保次・吉野鎭夫. 1950. 魚類側線神経の電気生理学的研究. 魚類学雑誌. 1 (2).

————. 1950. 鰻の側線神経の活動電流に就て. 動物学雑誌. 59 (2,3).

勝井五一郎. 1950. 魚体の完全利用に関する研究 (4). カワマス他12種の淡水魚魚体各部の重量調査. 醱酵工学雑誌. 28 (8).

KATSUKI, Y, YOSHINO, S. and CHEN, J. 1950. Action currents of the single lateral-line

nerve of fish l. on the spontaneous discharge. Jap. Jour. Physiol., 1.

鹿野忠雄. 1931. 紅頭嶼産淡水魚に就て. 日本生物地理学会々報. 2 (2)

河合　巖. 1919. 鰻苗移殖放流試験. 鳥取県水産試験場事業報告. (大正5—8年度).

川合駒吉. 1913. 上海産種鰻に就いて. 水産界. 487.

加藤五郎. 1934. 黄鰻. 養殖会誌. 4 (4—5).

加藤精一. 1936. 養魚池護岸に就いて. (Ⅰ) (Ⅱ). 同上. 6 (4,6).

片岡　群. 1937. 養鰻池水の研究. 静岡県水産時報社刊行.

金近義之助. 1912. 鰻児育成試験. 明治45年度福島県水産試験場業務功程.

鏑木外岐雄. 1932. 粥川鰻棲息地. 天然記念物調査報告. 動物之部. 第2輯.

柏村和雄. 1916. 鰻に就ての話. 水産界. 411—414.

上中銀次郎. 1930. 鰻の摂餌量に関する觀察. 同上. 568.

川尻　稔. 1928. 養魚密度の研究. 1. 放養密度が歩止り及び成長に及ぼす影響. 水産講習所試験報告. 24 (1).

————. 1949. ヒメダカの蕃殖率に及ぼす群居密度の影響. 日本水産学会誌. 15 (4).

川尻稔他一名. 1925. 鰻児移殖試験. 福島県水産試験場事業報告. (大正11—14年度).

川尻. 他二名. 1930. 放養尾数の多少が鱒の成長，減耗，産卵，孵化等に及ぼす影響. 水産研究誌. 25(11).

川尻.　畑. 1935. 同上. 水産試験場調査資料. 2.

加来　晋. 1932. 鰻血清に関する毒物学的研究. 5 (3).

KAWAMOTO, N. 1929 a. Physiological studies on the Eel. I) The seasonal variation of the blood constituents. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. Sendai, 3 (4).

————. 1929 b. Ⅱ) The influence of temprature and of the relative volumes of the red corpuscles and plasma upon the hoemoglobin dissociation carve. Ibid, 4 (4).

川本信之. 1930 a. 鰻の生理学的研究. Ⅱ. 血液の顕微鏡的觀察. 水産講習所研究報告. 26 (1).

————. 1930 b. 鰻の生理学的研究　Ⅰ. 血液成分の季節的変化に就いて. 動物学雑誌. 42 (495).

————. 1932. 鰻の全身痙攣に就いて. 同上. 44 (523).

川本信之. 竹田正彦. 1950. 魚類の趨光性に関する研究 (第1報) 海産稚魚の行動に及ぼす光波長の影響に就いて. 魚学雑誌. 1 (2).

菊地鶴松. 1932. 高知県下に於ける稚鮎鰻児採捕用上り遡落漁法に就いて. 楽水会誌. 27 (11).

KIKUCHI, H. 1929. Two new species of Japanese Trematodes belonging to Gyrodactylide. Annot. Zool. Jap., 12.

KIMURA, S. 1934. Description of the fishes collected from the Yangtze-Kiang, China, by late Dr. Kishinouye and this party in 1927—1929. The Journ. Shanghai Sci Inst., 3 (1).

————. 1935 a. The fresh water fishes of the Tsung Ming Island, China. Ibid, 3 (4).

木村　重. 1935 b. 崇明島産魚誌. 上海自然科学研究所彙報. 5.

KINOSHITA, Y. 1933. A new case of hermaphroditism in *Carassius auratus* (L.) Journ. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B. Div., 1 (2).

————. 1934. On the differentiation of the male color-patterns and the sex ratio in *Halichoeres poecilopterus*. Ibid, 1 (3).

————. 1936 a. Effects of gonadectomies on the secondary sexual characters in *Halichoeres poecilopterus*. Ibid, 4.

————. 1936 b. On the conversion of sex in *Sparus longispinis*. (T. and S.). Ibid.

木下好治. 1936 c. キユウセンに見出された精巣卵並びに性転換に就いて. 植物及動物. 4 (6).
木下虎一郎他一名. 1928. 流水養鰻試験場業務報告. (大正15年—昭和3年度).
岸野　豊. 1932—'33. シラス鰻養成研究. 水産学雑誌. 35,36.
北原多作. 1893. 岐阜県産淡水魚類. 動物学雑誌. 5 (62).
————. 1897. 千葉県下利根川下流に於ける鰻手繰網及細美網に関する報告. 水産調査事業報告.
小幡彌太郎. 山西貞. 1951. 魚臭成分の研究 (第4報). 海産鮭の粘液成分 (附鰻の粘液成分). 日本水産学会誌. 16 (8).
小林久雄. 1939. 鰻の鱗の配例に就いて. 水産研究誌. 34 (5).
小石安一. 1927—1932. 全国漁業取締規則集覧. 同上. 22—26.
小池正保. 1936. 福井県水産動物目録稿. (脊推動物之部).
越田徳次郎. 1908. 猪苗代湖に産する魚類に就きて. 水産研究誌. 3 (11).
越田秀包他一名. 1923. 止水式養鰻嘱託試験. 神奈川県水産試験場業務報告. (大正12年度).
小谷野義明他二名. 1908. 鰻苗移殖試験. 新潟県水産試験場報告. (明治36—41年度).
くじら生. 1918. 餌料と種鰻とに就いて. 水産界. 428.
久保伊津男. 1936. 鰻の摂餌速度と水温及び其他との関係に就いて. 日本水産学会誌. 4 (5).
KURODA, N. 1931. A catalogue of the the fishes of Shizuura Suruga, Japan. Amoeba, 3 (1—2).
黒田嘉一郎. 李基寧. 1941. 魚類血液水分量の生物学的意義. 植物及種物. 9 (6).
日下部合次郎. 1951. 蜂の子で鰻漁—蜂の子を餌とする島根県中海の鰻延繩漁業. 水産界. 804.
LANAGREBE, F. W. 1941. The role of the pituitary and the thyroid in the development of teleosts. Journ. Exp. Biol., 18.
LEIGH-SHARPE. 1925. *Lernaea* (*Lernaecera*) *elegans*. n. sp. parasitic Copedod of *Anguilla japonica*. Parasitology, 17.
LIN, SHU-YEN. 1930. Catalogue of fishes of Kwangtung. Journ. Sun. Yat-Sen. Univ., pp. 203-319. Canton.
————. 1932. On fresh-water fishes of Heungehow. Lingnan Sci. Journ., 2 (1).
————. 1936. Notes on hair tails and eels of China. Bull. Chekiang. Prov. Fish. Exp. St., 2 (5).
LOTKA, J. 1925. Elements of Physical Biology.
MARCUS, K. 1919. Über Alter und Wackstum des Aales. Mitteilungen aus dem Zool. Museum, 34.
MC ATEE, W. L. 1936. Excluding birds from revervious and fish ponds. U. S. Dep. Agr., 57.
丸川久俊. 1913 a. 本邦産鰻のレプトセフアラス時代の幼時 (*Leptocephalus unagii, n. sp.*) に就いて. 魚学雑誌. 1 (3).
————. 1913 b. 本邦産鰻のレプトセフアラス時代の幼児 (Ⅰ—Ⅱ). 大日本水産会報. 365,373.
————. 1913 c. 再び鰻の幼児レプトセフアラスに就いて. 同上. 373.
————. 1916 a. 鰻に就いて. 水産講習所試験報告. 11 (4).
————. 1916 b. 鰻の成長に就いて. 動物学雑誌. 28 (329). 水産研究誌. 11 (2).
————. 1917. 鰻樺太に漁獲せらる. 水産研究誌. 12 (12).
————. 1923. 欧米産鰻生殖場の発見. 水産界. 436.
松原喜代松. 1947. 鰻は何処へ行く. 水産講座. 1.
————. 1947. 世界に於ける鰻の分布. 水産の科学. 3.

松原新之助．1892．北越河漁調査報告．東京．
松原栄他一名．1901．鰻移殖試験．秋田県水産試験場報告（明治33,34年度）．
松井　魁．1936．養殖魚類の成長度曲線の研究．水産研究誌．31 (7)．
————．1936 a．所謂ダツコ鰻に就いて．養殖会誌．6 (2)．
————．1936 b．溯河期に於けるシラス鰻に就いて．同上．6 (3)．
————．1936 c．本邦産鰻（*Anguilla japonica* T. and S.）の卵巣卵の大きさに就いて．科学．6 (4)．
————．1936 d．養鰻技術査定の一様式に就いて．水産研究誌．31 (9)．
————．1936 e．鰻の孕卵数の一例．科学．6 (6)．
————．1936 f．巨大鰻に見られたる生殖腺萎縮に就いて．同上．6 (8)．
————．1936 g．シラス鰻採捕と鰻の蕃殖保護制度の改正に対する一卑見．水産界．640．
————．1936 h．世界一の鰻卵巣卵発見．静水試月報．21．
————．1936 i．鰻の雌雄に依る形態的相違．養殖会誌．6 (6)．
————．1937．一カ年飼育に依るシラス鰻の成長限度．同上．7 (5)．
————．1938 a．川尻地方の養鰻池に飛来する害鳥に就いて．同上．8 (4,5)．
————．1938 b．鰻の蕃殖保護と養鰻業の発展の為に種鰻の国家管理を提唱す．水産界．668—669．
————．1938 c．養鰻池水並びに池底残渣の農芸方面への利用．水産研究誌．33 (12)．
————．1939．養魚の日々．楽水会誌．40 (11)．
————．1949．鯉の優良品種に関する研究．Ⅰ．種苗用鯉の雑種に就いて．Ⅱ．トビ鯉の形態的特徴に就いて．第二水産講習所研究報告．1 (1)．
松井魁．和井内貞一郎．1936．姫鱒（*Onchorhynchus adonis*）の孕卵数の遞減現象及び卵巣不相称．科学．6 (11)．
松井佳一．1926．養鰻池外敵としての蛇．水産研究誌．21 (1)．
————．1935 a．シラス鰻の溯上に就いて．科学．5 (6)．
————．1935 b．鮒と鯉との雑種に見出された間性に就いて．動物学雑誌．47 (562,563)．
————．1936．金魚の愛玩と飼育法．弘道閣発行．
————．1939．シラス鰻の飼育の沿革，採集と飼育．1 (11)．
————．1943．鰻の養殖事業に就いて．日本学術協会報告．17．
松井佳一．熊田朝男．1928．鰻に寄生する新機脚類イカリムシに就いて．水産講習所試験報告．23(4)．
松井佳一．山田徳二郎．1928．養魚場の水質並びに底質に関する研究．Ⅰ）酸性土壌による養魚被害の一例に就いて．同上．23 (4)．
松井．大島．1934．養魚場の水質に関する資料．水産試験場調査資料．1．
松井佳一，牧野先二郎．1934．下り鰻の卵巣卵の1例に就いて．科学．4 (10)．
Matsuura, K. 1920. Catalogue of the zoological specimens exhibited in the Natural History Department, Tokyō Imp. Mus. (Vertebrata).
松浦親一郎．1920．東京帝室博物館天産部列品案内目録（脊椎動物の部）．
Meek, A. 1916. The migration of Fish. London.
宮地伝三郎．1935．京都府下の淡水魚．京都府史蹟名勝天然記念物調査報告．16．
————．1935．信州の魚類．上高地及び梓川水系の水棲動物．
————．1940．満洲産淡水魚類．関東洲及満洲国陸水生物調査書．
宮崎拾吉．1930．人類同種血球凝集現象より見た動物血の性状．長崎医大法医学教室業績報告．2．
箕作佳吉．1897．鰻の生殖及変態．東洋学芸雑誌．14 (2)．
三友義雄．1927．鰻の血清の研究．1）鰻血清の薬物学的研究．2）鰻血清の免疫学的関係．3）鰻血

清溶血作用を抑制する脳の成分に就いて．東北実医．8．
三宅仙吉他一名．1928．流水養鰻試験．愛媛県水試業務報告（大正15年—昭和3年度）．
森　為三．1927 a．水原西湖の魚類．朝鮮博物学会雑誌．5．
Mori, T. 1927 b. On the freshwater fishes from the Liaoho and the Amur River with a zoogeographic note. Journ. Chosen. Nat. Soc., 5.
————. 1928. A catalogue of the fishes of Korea. Journ. Pan-Pacific Research Inst., 3 (3).
————. 1929 a. A hand-list of the Manchurian and Eastern Mongolian Vertebrate. 1. Fresh water fishes.
森　為三．1929 b．鴨緑江遼河及松花江の淡水魚の分布．附．松花江淡水魚の経済的価値に就いて．農学関係諸学会聯合大会講演集．
Mori, T. 1936 a. Studies on the geographical distribution of freshwater fishes in Chôsen. Bull. Biogeograph. Soci. Jap., 6 (7).
————. 1936 b. Studies on the geographical distribution of freshwater fishes in eastern Asia.
森　為三．1937．壱岐島産淡水魚類．朝鮮博物学会雑誌．22．
Mori, T. and Uchida, K. 1934. A revised catalogue of the fishes of Korea. Journ. Chosen Nat. Hist. Soc., 19.
茂木喜一郎．1933．シラス鰻移動の原因に就いて．楽水会誌．28 (7)．
村山敏三他四名．1950．集魚方法の基礎的研究（第一報）．水産研究会報．3．
中井信隆．1932．魚病の手引．水産ポケツトブツク．
————．1939．鰻の蕃殖保護．第19回 河川湖沼研究会要録．（静岡県）．
中井信隆．小海英松．1930．イカリムシの生物学的研究．水産試験場報告，2．
中井信隆．保科利一．1936．寄生虫に依るシラス鰻の発育障碍．日本水産学会誌東海大会号記録．
中井信隆．松井魁．1936 a．長野県産巨大鰻に就いて．水産研究誌．31 (4)．
————．1936 b．鮎の鱗の初期発生に就いて．同上．31 (6)．
————．1936 c．シラス鰻の成長と外部形態に就いて．日本水産学会誌東海大会号記録．
————．1938．本邦産鰻の分布と海流との関係並びに *Anguilla japonica* の産卵場の一考察．講演要旨．動物学雑誌．50 (4)．
————．1939．鰻の性比及び雌雄異形．同上．51 (2)．
長尾福行他一名．1904．鰻養殖試験．静岡県水産試験場事業報告．第2回．
————．1905．鰻養殖試験．　同　上　第3回．
————．1906．鰻養殖試験．　同　上　第4回．
中村正雄．1910．新潟県一部の淡水産魚類．動物学雑誌．22 (256)．
中村誠一．川村久治郎．1913 a．養鰻池の底質に就いて．水産研究誌．8 (9)．
————．1913 b．養鰻池底質に就き再び金子氏に答ふ．同上．8 (9)．
————．1913 c．養鰻池泥土問題．同上．8 (12)．
名古屋鉄道局．1928．浜名湖と渥美の養鰻．産業案内．6．
長峰．中村．1945．盲鰻と鰻の増殖．水産食糧増産叢書．
Nichola, J. T. and Pope, C. H. 1927. The fishes of Hainan. Bull. American Mus. Nat. Hist., 54.
————. 1928. Chinese fresh-water fishes in the Ameri. Mus. Nat. Hist. collections. Ibid, 58.

丹羽　彌．1936．地理的分布より観たる木曾川水系の魚類．名古屋生物学会記録．4 (1)．
西村秀雄．1940．天然並びに養殖両鰻視器の差異に就いて．動物学雑誌．52 (11)．
日本鳥類学会．1932．改訂鳥類分目録．北隆館発行．
Nordqvist, O. und Vallin, S. 1923. Untersuchungen über Aal Brut. Wissenshafliche Meeresuntersuchungen, 15 (2).
農林省水産局．1937．河川漁業．第6輯（自昭和2年 至昭和6年）．
農林省．農林統計表．
野沢俊次郎．1892．北海道産魚類総説．動物学雑誌．4 (45)．
野口　博．1952．養鰻に関する研究．養鰻池水の変化と鰻の摂餌に就て．天然鰻餌付試験．静岡水産試験場浜名分場時報．
Okada, Y. and Ikeda, H. 1938 a. Contribution to the study of the freshwater fish fauna of Hokkaidô, Japan. Science Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku, Sect. B. 3 (55).
————. 1938 b. Notes on the fresh water fishes of the Tôhoku District in the collection of the Saito Hô-on Kai Museum. Saito Hô-on Kai Mus. Research Bull., 15.
————. 1939. The freshwater fishes of Miyako Zima and adjacent Islands. Trans. Biogeograph. Soci. Jap., 3 (2).
岡田．松原．1938．日本産魚類検索．三省堂．
岡田　要．1943．魚類に於ける性と性徴並にその実験的考察．実験形態学年報．1．
岡　伯明．1932．中小養鰻業者に対する金融機関に就いて．養殖会誌．2 (4)．
大村　肇．1930．本邦養殖地理の研究．第1報．大井川下流養鰻地帯の地理的点描．水産研究誌．34(1)．
— —. 1940 a. 第2報．浜名湖岸に於ける養鰻池の分布．同上．35 (3)．
————. 1940 b. 第3報．伊勢湾西海岸に分布する養鰻業の包括的観察．同上．35 (5)．
————. 1940 c. 第4報．福田地方に於ける養鰻業に就いて．同上．35 (8)．
————. 1940 d. 第5報．渥美養鰻地帯の代表的養鰻地新野新田其他に就いて．同上．35 (10)．
大島　広．1911．鰻の滝登りに就いて．動物学雑誌．23 (428)．
————. 1913．簡単なる鰻釣り．同上．25．
Oshima, M. 1919. Contribution to the study of the fresh water fishes of the Island of Formosa. Annals of the Carneg. Mus., 12 (2—4).
——. 1920. Notes on freshwater fishes of Formosa with descriptions of new genera and species. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia.
————. 1926. Notes on a collection of fishes from Hainan, obtained by professor S. F. Licht. Annot. Zool. Jap., 11 (1).
. 1941. What is the breeding grounds of the Japanese eel?. Kagaku Nanyo, 4(1).
大島信夫．1927 a．養魚池水の酸素含有量に就いて．水産研究誌．22 (4)．
————. 1927 b．養成鰻の肥厚と栄養素の蓄積率．同上．22 (7)．
Oshima, N. 1930 a. Chemical studies of the constiution of Eel (*Anguilla japonica*). Joun. Imp. Fish. Exp. St., 1.
————. 1930 b. On the chemical changes produced in eel during the period of starvation of food in summer. Ibid.
大島信夫．1930 c．養魚池の異常水質に就いての 2,3 の知見．水産研究誌．26 (7)．
————. 1931．仔鰻に対する塩類電解質の致濃度並に被害現象に就いて．水産試験場報告．2．

大島信一. 矢田操. 1929. 鰻価格の変動並に相違に関する若干資料. 水産研究誌. 24 (12), 25 (1).

Oya. Kawakami. and Suzuki 1927. On the digestive ferment in the pancreas of *Anguilla japonica*. Imp. Fish. Inst. Tokyo, 22 (5).

大谷.藤井.木俣.石川. 1939. 水中に溶存する化学物質の魚介類に及ぼす影響. 日本水産学会誌. 7(5).

尾崎佳正. 1924. Azygia 属吸虫の1新種に就いて. 動物学雑誌. 36 (432).

Petersen, C. G. J. 1894. The common eel gets a particular breeding dress before its emigration to the sea. Rep. Danish Biology. St., 5.

Raffaele. 1888. Le Uova galleggiantic le Larve dei Teleostei nel Golfo di Napoli. Mitt heilungen aus der Zool. Stat. zu Neapel, 8.

Richardson, J. 1846. Report on the ichthyology of the seas of China and Japan. Rep. British Assoc. advance. Sci., 15.

Rounsefell, G. A. 1929. Contribution to the biology of the Pacific herring, *Clupea pallasi* and the condition of the fishing in Alaska. Bull. U. S. Bur. Fish., 45 (1080).

Roxas, H. A. and Martin, C. 1937. A check list of Philippine fishes common wealth of the Philippines. Depart. Agri. Comm. Manila, Tech. Bull., 6.

佐郷郷一. 1920. 養殖上重要なる魚類の胃に就て. 1. 鰻の胃. 水産学雑誌 20.

————. 1926. 実験養鰻法. 博文館.

————. 1927—1928. 鰻体の解剖に関する研究. 水産学雑誌. 30,31,32.

斉藤惣太郎. 1904. 鰻移殖試験. 青森県水産試験場事業報告 (明治33—37年度)

斉藤光雄. 1925. 鰻の呼吸に関する研究. 水産研究誌. 20 (8—9).

Sasaki, K. 1926. On the Sex ratio in *Carassius auratus*. Rep. Tohoku Imp. (Biology). 1 (3—4).

佐々木喜一郎. 1921. ウナギに就いて. 科学知識. 1 (10).

佐藤　元. 1917. 鰻血清について. 日本微生物学会雑誌. 5.

————. 1925. 鰻血清の溶血作用について. 京都医学雑誌. 5 (3).

Schimenz, P. 1935. Untersuchungen und Betrachtungen über den Aal. Zeit. Fisch. Hilfswiss., 23.

Schmidt, J. 1909. On the destribution of fresh-water eels (Anguilla) throughout the world. 1. Atlantic and Adjacent Regions. Medd. Komm. Havand, Ser. Fish., 3.

————. 1912. Danish researches in the Atlantic and Medterranean on the life-history of the freshwater eel (*Anguilla vulgaris*). Intern. Revue. Hydrobiol. u. Hydrogr., 5.

————. 1913a. Zur Unterscheidung einiger Süsswasseraalarten. Fischerbote, 5 (11).

————. 1913b. First report on eel investigations. Rapp. Proc. Verb. Cons. Perm. Intern. Explor. Mer., 18.

————. 1915. Second report on eel investigation. Ibid, 23.

————. 1925a. The breeding places of the eel. Smith. Rep. for 1924, 2806.

————. 1925b. On the distribution of the fresh-water eels (*Anguilla*) throughout the world. Ⅱ. Indo-Pacific region. Mem. Acad. Roy. Sci. Lett. Danmark, Copenhagen, Sciences, 8. Serie 10 (4).

————. 1927. Les Anguilles de Tahiti. La Nature, 15 (7).

————. 1928a. The fresh-water eels of New Zealand. Transact. New Zealand Inst., 58.

————. 1928b. The fresh-water eels of Australia, with Some remarks on the short-

finned species of Anguilla. Record Australian Mus., 16 (4).

————. 1931 a. Oceanographical expedition of the Dana. 1928—1930. Mature, Narch 21 and 28.

————. 1931 b. Eels and conger eels of the north Atlantic. Nature., 128.

————. 1932. Danish eel investigations during 25 years 1905—1930. Carlsberg Laboratory, Copenhagen, 1 (16).

SCHMIDT, P. J. 1931. Fishes of Japan collected in 1901. Transaction of the Pacific Committee of the Academy of Sciences of the USSR, 2.

SCHREIBER, B. 1935. Tentative di maturazine sperimentale dell' anguilla con ormoni ipofisari. Ist. Lombards. Rend, 2 (68).

————. 1937. Spermatogenesi nell' Anguilla attemita con l' azionedi ormoni ipofisari. Int. Congr. Zool., 12.

SEALE, A. 1914. Fishes of Hongkong. Journ. Sci. Manila, 11.

————. 1935. The Templeton Crocker Expedition to western Polynesian & Melanesian Islands, 1933. Proc. Calif. Acad. Sci., 21 (27).

SEALE, A. and BEAN, B. A. 1907. On a collection of fishes from the Philippine Islands, made by Maj. Edgar A. Mearus. Surgeou, U. S. Army, with descriptions of seven new species. Proc. U. S. Nat. Mat., 33 (1568).

瀬戸　斜. 1916—17. 鰻血清の眼に対する作用の実験的補遺. 日本眼科学会雑誌. 20 (10), 21 (1), 21 (3), 21 (5).

清石礼蔵. 1939. シラス鰻の採集. 採集と飼育. 1 (10).

SHAW, T.H. 1930. The fishes of Soochow. Bull. Fan. Mem. Inst, Biol., 1 (10).

SHAW, G. N., SIMMS, B. T. and MUTH, O. H. 1934. Some disease of Oregon fish and game and identifification of parts of game animals. Oregon Agr. Exp. St. Bull., 323.

宍戸一郎. 1889. ウナギは海中に行きて卵を生むときけれども海河に通路なき池中にありて能く繁殖するは何によるや. 動物学雑誌. 1 (4).

————. 1898. ウナギに就いて. 同上. 10 (121).

柴田玉城. 1935. 魚類血液の比較研究. 水産研究誌. 30 (1).

塩井幸郎. 1932. 養鰻統計より. 養殖会誌. 2 (2,3).

椎原広男. 1916. 日本鰻の移入禁止事件に就いて. 水産界. 405.

SNYRDE, 1902. A catalogue of the shore fishes collected by the Steamer Albatross about the Hawaiian Islands in 1902. Bull. U. S. Fish. Comm., 22.

————. 1912. Japanese shore fishes collected by U. S. Bureau of Fisheries steamer "Albatross" Expedition of 1906. Proc. U. S. Nat. Mus., 40 (1836).

早栗　操. 1938. 鮭鱒類の孕卵数及卵巣の左右不相称に就いて. 養殖会誌. 8 (6—7).

STREETS, T. H. 1878. Contributions to the Natural History of the Hwaiian Fanning Island Lower California, Bull. U. S. Nat. Mus., 7.

須田晥次. 1933. 海洋科学.

SUYEHIRO, Y. 1942. A Study on the Digestive System and Feeding Habits of Fish. Jap. Journ. zool., 10 (1).

末広恭雄. 1949. 魚類血液の凝集反応並に血液型について. 立地自然科学研究新報告. 2.

水産試験場. 1934—1942. 海洋調査要報. 54—69.

杉下尚治. 1935. 鰻血清より観た人血液の生物化学的構造とその遺伝について（第1—4篇）. 十全会

雑誌 40 (5) (11).
水路局. 1949. 北太平洋西部に於ける海象観測成果. 海象時報. 6.
SUMMER, F. B. 1935. Evidence for the protective value of changeable coloration in fishes. American Nat, 69.
SUVATTI, C. 1936. Index to fishes of Siam. Bur. Fish, Bangkok, B. E, 247.
SYLVEST, E. 1931. Allgemene Fischerei-Zeitung, 2—3.
TAKAHASHI, N. 1915. Notes on *Anguilla mauritiana* Bennett. Journ. Coll. Agri. Imp. Univ. Tokyo, 6 (2).
滝川. 杉田. 1934. 養鰻池水質日中変化の一観察. 養殖会誌. 4(7—8).
TANAKA, S. 1909. Notes on fresh water fishes from the Province of Shinano, Japan Annot. Zool Jap., 7 (11).
———. 1912. Figures and Descriptions of the fishes of Japan, 9.
———. 1929. Leptocardii and Pisces. Fauna Musashinensis, 1.
田中茂穂. 1930. 魚類の研究資料 (1). 動物学雑誌. 42 (501).
———. 1931. 魚類の研究資料 (7). 同上　43 (511).
TANAKA, S. 1931. On the distribution of fishes in Japanese waters. Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sect. 4, Zool., 3 (1).
田中茂穂. 1933. 鰻の繁殖に就いて. 植物及動物. 1 (5).
高桑倫行. 1892. 鰻移殖の結果. 大日本水産会報. 125.
高橋. 広沢. 1936. 鰻の消化酵素に就いて. 1. 蛋白分解酵素並びに其加熱変性蛋白に対する消化力. 日本水産学会誌. 5 (2).
谷田貝軍蔵. 1930. 鰻血清の免疫学的研究補遺. 細菌. 40.
田内森三郎. 1940. ウナギの遡河に関する一, 二の知見. 日本水産学会誌. 8 (6).
———. 1943. ウナギ稚魚放流の効果に就いて. 日本水産学会誌. 12 (3).
TEMMINCK, C. J. and SCHLEGEL, H. 1842. Pisces. Siebold's Fauna Japonica.
寺尾. 田中. 1928a. たまみぢんこの蕃殖に及ぼす群居密度の影響. 水産講習所試験報告. 24 (1).
———. 1928b. めだかの産卵に及ぼす群居密度の影響. 同上.
徳久三種. 1913a. 粗放的養鰻用種苗としてのシラス. 水産研究誌. 8 (7).
———. 1913b. 鰻の年令査定法及成長度に就いて. 同上. 8 (8).
———. 1913c. シラスの運搬法に就いて. 同上. 8 (9).
———. 1913d. 鰻能登東沿岸に産す. 同上. 8(10).
———. 1914. シラス鰻を小包郵便で送る. 同上. 9 (3).
———. 1915a. 今春に於ける石川県のシラス鰻運搬成績. 同上. 10(5).
———. 1915b. シラス鰻の成長度に就いて. 同上. 10(12).
———. 1916. 日本産鰻の成長度に就いて. 同上. 11 (4).
———. 1917. シラス鰻飼育試験二例. 同上. 12 (2).
TÖRLITZ, 1922. Anatomische und entwicklungs geschichliche Beitrage zur Artfrage unseres Flussaales. Zeit. f. Fish., 21 (1—2).
富山哲夫. 1934. 餌料蛋白の化学的研究. 第4報. 鰻の消化酵素による消化度の比較. 日本水産学会誌. 3(5).
遠山宣雄. 1937. 小笠原群島近海生物に就いて. 東京府小笠原支庁編.
陶山清猷. 1832. 鰻の卵子の実験. 大日本水産会報. 1.
辻本満丸. 1911. 鰻油. 東京工業試験所報告. 6.

————. 1931. 鰻の体油及肝油. 同上. 26 (10).

塚越静吉. 1920. 鰻児放流試験. 石川県水産試験場業務報告 (大正12年度).

内田恵太郎. 1932. ハモ，マアナゴ其他数種の本邦無足魚類の変態に就いて. 動物学雑誌. 44 (519～520).

————. 1935. 日本近海より初記録のウナギのレプトセフアラス. 科学. 5 (4).

宇田道隆. 1934. 日本海及其隣接海区の海況. 水産試験場報告. 5.

————. 1935. 昭和8年盛夏に於ける北太平洋の海況. 同上. 6.

————. 1936. 海洋の大循環流と其の変動. 科学. 6 (10).

————. 1940. 近年本洲南海黒潮流域に於ける海況の異状との関係. 水産試験場報告. 10.

宇井縫蔵. 1929. 紀州魚譜.

Walter, E, 1910 a. Der Flussaal. Eine biologische und fischereiwirtschaftliche monographie. Neudamm.

————. 1910 b. Bellinis sexual dimorphismus der mediterranen steigaale und der nordischen Aalbrut. Allg. Fisch. Zeit., 287—291.

————. 1913. Ratten als Aalföryer. Neud. Fisch. Zeitung, 16.

————. 1934. Der Einfluss des Geschlechts und der Geschlechtsreife aus das Wachstum der Fische. Ibid, 37 (48).

渡辺宗重. 1932. 養魚池に於ける水温. 酸素. 炭酸瓦斯及び水素イオン濃度の日中変化. 水産学雑誌 35.

渡辺　清. 1923. 水温が鰻に及ぼす影響. 卒業論文. 未発表.

和気友之助他一名. 1928 a. 養鰻試験. 島根県水産試験場事業報告 (大正13—昭和3年度).

————. 1928 b. 鰻児放流配給事業. 同上.

Weber, M. 1913. Die Fische der Siboya - Expedition. Siboya - Expeditie, 57.

Weber, M. and Beanfort, L. F. 1916. The fishes of the Indo - Australian Archipelago, 3.

Whitley, G. A. 1928. A check - list of the fishes of the Santa Cruz. Archipelago Melanesia. Journ. Pan - Pacific Research Inst., 3 (1).

Willer. und Schnigenberg. 1927. Zeit. f. Fisch. Hilfswissen.

Willer, A. Quednau, W. und Keller, A. 1930. Zeitschrift für Fischerei, 28 (2).

Wu, H. W. 1929. A study of the fishes of Amoy, Part. 1 Contr. Biol. Lab. Sci. Soc. China, 5(4)

Wundsch, H. 1916. Neue Beiträge zu der Frage nach dem Alter und Wachstum des Aales. Zeit. f. Fisch., 13.

山田修一郎. 1925. 史蹟天然紅念物の鰻. 帝水. 4 (1).

山田政満外一名. 1925. シラス鰻養成試験. 愛知県水産試験場業務概報 (大正12—14年度).

山田　敏. 1934. 養鰻の罐詰. 養殖会誌. 4 (11,12).

山田徳二郎. 1928. 養魚場の水質並に底質に関する研究. Ⅱ) 大正15年度迄に蒐集せる水質並に底質分析表. 水産講習所試験報告. 23 (4).

山本精二. 1936. 浜名湖のシラス鰻に就いて. 静岡水試月報. 28.

————. 1938. シラス鰻の水温低下に対する抵抗と心臓搏動数に就いて. 水産研究誌. 33 (4).

Yamaguchi, S. 1934 a. Studies on the Helminth fauna of Japan. part 2. Trematodes of fishes 1. Jap. Jour. Zool., 5.

————. 1934 b. Studies on the Helminth fauna of Japan. part. 4. Cestoda. Ibid, 6(1).

————. 1935 a. Studies on the Helminth fauna of Japan. Part. 8. Acanthocephala. Ibid.

————. 1935 b. Studies on the Helminth fauna of Japan. Part. 9. Nematodes of fishes. Ibid.
山村彌一郎. 1934. 餌料生物の化学的研究. 1. 無機成分と蛋白消化率. 日本水産学会誌. 3 (5).
吉田　裕. 1937 a. うるめいわしの生活史に就いて. 楽水会誌. 27 (2).
————. 1937 b. コノシロ (*Clupanodon punctatus* G. and S.) のシラス期に就いて. 日本水産学会誌. 6 (1).
————. 1938. 朝鮮産カタクチイワシ科魚類の1種プルバンヂー *Thrissa purava* (H) のシラス期に就いて. 同上. 6 (5).
吉武　実. 1926. シラス鰻養試験. 宮崎県水産試験場業務既要 (大正13—昭和元年度).
————. 1928. 養鰻試験. 同上 (大正13—昭和3年度).
岩川友太郎. 1881. 鰻産卵の件. 大日本水産会報. 65.
岩城栄太郎. 1907. 鰻児移殖. 岡山県水産試験場業務報告 (明治37—40年度).

附表 I. シラス鰻の遡河量と環境要因との関係

月 日	総漁獲量（匁）	採集者数	一人平均漁獲量	水温（°c）	天候	雲量	風力	気圧（mm）	湿度（%）	気温（°c）	日入時	満潮時	干潮時	潮高（m）	月令
											時 分	時 分	時 分		
1月20日	—	3	—	8.9	R	10	軟	761.1	96	11.5	5.01	8.50	2.50	1.5	0.6
21	1.870	3	—	11.3	F	3	〃	757.3	65	14.5	5.02	9.30	3.15	1.4	0.5
22	150	3	623	9.6	F	4	弱	760.4	42	12.2	5.03	10.10	4.10	1.3	0.6
23	—	3	33	7.0	F	3	軟	764.0	56	8.0	5.04	—	5.20	1.1	0.6
24	—	2	—	6.5	F	2	〃	767.4	33	10.0	5.05	—	6.30	1.1	0.6
25	—	2	—	6.8	C	10	〃	764.3	58	10.0	5.05	0·10	7.55	1.4	0.5
26	—	2	—	6.6	F	2	和	757.0	51	8.8	5.06	1.25	9.10	1.4	0.4
27	—	2	—	4.2	F	1	軟	763.7	65	6.5	5.08	2.50	10.10	1.4	0.3
28	—	2	—	4.2	F	1	〃	764.4	59	7.2	5.10	3.50	10.50	1.4	0.2
29	—	2	—	5.6	F	1	〃	761.4	65	9.5	5.11	4.30	11.15	1.4	0.1
30	—	—	—	5.0	R	10	〃	756.6	78	7.5	5.12	5.05	11.50	1.5	—
31	—	2	—	6.7	F	1	〃	767.1	45	11.5	5.13	5.55	0.50	1.5	—
2月 1日	—	2	—	6.6	F	3	〃	756.9	58	10.7	5.14	6.20	0.30	1·6	—
2	—	3	—	5.2	F	1	〃	759.6	41	9.5	5.15	6.55	1.05	1.6	0.6
3	130	4	32.5	7～7.8	C	6	—	762.9	54	9.8	5.16	7.35	1.40	1.6	0.5
4	150	4	38.0	9～9.5	F	2	軟	763.7	61	10.5	5.17	8.20	2.20	1.5	0.4
5	1.450	9	160	9.3	R	10	—	754.9	85	9.5	5.18	9.05	2.45	1.4	0.4
6	630	6	105	6.5～8.4	F	2	和	755.6	39	11.5	5.19	10.00	3.30	1.3	0.4
7	235	4	59	7.0	F	4	軟	757.8	51	9.6	5.20	11.10	4.30	1.2	0.4
8	—	4	—	6.2	F	1	〃	755.2	42	9.0	5.21	—	5.35	1.1	0.4
9	—	3	—	7.8	F	2	〃	755.2	73	6.7	5.22	—	6.55	1.1	0.4
10	—	2	—	7.5	F	1	和	758.4	30	7.5	5.23	0.55	8.35	1.4	0.3
11	—	2	—	7.6	F	1	〃	759.4	38	9.0	5.24	2.40	10.00	1.4	0.1
12	—	—	—	8.0	F	1	軟	759.8	28	10·0	5.25	3.55	11.05	1.5	—
13	62	1	62	9.5	F	1	—	764.1	53	11.5	5.26	4.45	11.35	1.6	—
14	450	6	75	7.8～8.0	C	10	—	743.8	86	10.0	5.27	5.35	—	1.6	—
15	1.815	9	202	11.1	F	1	軟	767.0	37	14.0	5.28	6.30	0.30	1·7	—
16	11.380	20	569	8.5～9.0	C	7	〃	762.6	51	11.4	5.29	7.10	1.10	1.7	0.4
17	600	2	300	7.0～3.3	F	2	和	739.2	52	12.1	5.30	7.45	1.30	1.6	0.3
18	—	2	—	6.4～7.0	F	4	〃	749.2	49	8.5	5.31	8.30	2.15	1.5	0.3
19	—	1	—	6.6	F	2	〃	752.5	62	8.5	5.32	9.25	2.55	1.4	0.3
20	—	1	—	7.0	F	2	軟	753.6	40	9.0	5.33	10.20	3.45	1.3	0.4
21	—	3	—	7.2	F	5	—	762.8	43	10.0	5·34	11.10	4.10	1.1	0.4
22	—	1	—	7.2	F	4	軟	760.3	37	10.0	5.35	—	5.05	1.1	0.5
23	—	2	—	8.5	F	4	—	762.1	47	11.5	5.36	—	6.40	1.1	0.5
24	130	1	130	8.3	F	5	—	760.4	48	11.0	5.37	0.10	8.35	1.1	0.5
25	10	1	10	8.5	F	2	軟	762.5	34	11.5	5.38	2.05	9.25	1.2	0.4
26	—	1	—	8.2	F	1	〃	755.5	54	11.7	5.39	3.25	10.15	1.3	0.3
27	130	1	130	9.0	F	2	〃	764.5	40	12.0	5.40	4.25	10.50	1.4	0.2
28	100	1	100	9.4	F	1	—	765.3	42	13.5	5.40	5.05	11.35	1.4	0.1
3月 1日	160	1	160	12.4	F	2	軟	765.1	50	15.0	5.41	5.35	11.55	1.5	0.1
2	12.600	20	630	14.5	F	5	〃	763.4	43	16.5	5.42	6.10	—	1.6	0.1
3	9.261	21	441	15.0～16.8	R	10	—	763.3	93	13.5	5.43	6.50	0.50	1.6	0.1
4	8.005	21	381	11.2～12.0	F	5	—	758.9	84	16.8	5.43	7.35	1.25	1.6	0.2
5	2.570	16	161	15.0～15.4	F	5	—	764.7	76	17.0	5.44	8.05	1.40	1.6	0.2
6	2.120	20	106	15.2	F	4	軟	755.2	76	18.7	5.45	8.50	2.25	1.5	0.2
7	71	1	71	17.0	F	5	〃	750.6	58	18.5	5.45	9.45	3.10	1.3	0.2
8	—	1	—	14.0	R	10	—	760.4	90	12.5	5.47	11.05	4.05	1.2	0.3
9	—	2	—	12.0	C	10	軟	763.4	66	10.5	5.48	—	4.55	1.2	0.4
10	—	2	—	9.2	R	10	〃	756.3	91	10.0	5.48	—	6.30	1.2	0.4
11	—	2	—	9.2	C	8	—	764.0	76	12.0	5.49	0.50	8.20	1.3	0.3
12	—	2	—	11.0	F	4	軟	762.2	52	14.5	5.50	2.50	9.45	1.3	0.2
13	—	1	—	11.3	C	8	—	763.9	71	13.7	5.51	3.45	10.25	1.4	0.2
14	—	2	—	10.0	R	10	—	762.6	92	10.0	5.52	4.45	11.10	1.5	0.1
15	—	1	—	9.8	F	3	軟	764.3	53	12.5	5.53	5.35	11.50	1.6	0.2
16	50	1	50	9.4	C	9	—	767.1	64	12.5	5.54	6.20	0.15	1.7	0.2
17	30	1	30	11.3	F	2	軟	765.2	43	14.7	5.54	7.00	0.40	1.7	0·3
18	220	1	220	10.2	F	2	〃	761.7	39	10.5	5.55	7.45	1.15	1.6	0.1
19	185	3	62	12.5	F	0	—	765.3	39	16.9	5.55	8.25	2.00	1.5	0.1
20	230	4	58	13.3	F	4	軟	768.0	59	16.5	5.57	9.05	2.35	1.4	0.2

月　日	総漁獲量（匁）	採集者数	一人平均漁獲量	水温（°c）	天候	雲量	風力	気圧（mm）	湿度（%）	気温（°c）	日入時	満潮時	干潮時	潮高（m）	月令
											時 分	時 分	時 分		
3月21日	230	5	46	14.1	C	7	軟	763.9	74	16.7	5.58	9.45	2.45	1.3	0.2
22	180	3	60	14.3	C	9	和	758.1	88	18.5	5.59	10.40	3.30	1.2	0.3
23	34	1	34	15.5	R	10	軟	757.0	98	16.0	5.59	—	4.20	1.1	0.4
24	—	1	—	15.0	R	10	—	759.7	93	15.3	6.00	—	5.35	1.1	0.5
25	—	1	—	12.5	F	2	和	754.4	43	16.5	6.01	—	6.50	1.2	0.6
26	100	1	100	13.8	F	4	—	761.0	63	12.0	6.02	1.45	8.35	1.2	0.5
27	340	4	85	13.2	C	10	—	763.5	62	16.0	6.03	3.10	9.35	1.2	0.4
28	245	3	82	12.5	R	10	軟	758.8	98	13.5	6.04	4.05	10.20	1.3	0.3
29	195	2	98	15.0	F	2	〃	756.2	89	17.5	6.04	4.40	10.50	1.4	0.3
30	880	6	147	16.2	F	1	〃	761.2	50	18.0	6.05	5.20	11.35	1.5	0.3
31	650	4	163	16.2	F	4	〃	762.2	46	18.5	6.06	6.10	11.50	1.6	0.3
4月 1日	585	8	73	16.0	F	2	—	767.7	46	18.0	6.07	6.35	0.05	1.7	0.4
2	530	5	106	16.5	F	2	—	767.3	46	18.5	6.08	7.20	0.50	1.6	0.4
3	330	6	55	15.0	R	10	軟	761.4	83	17.0	6.09	8.05	1.35	1.6	—
4	90	2	45	16.5	F	2	〃	748.8	100	18.5	6.09	8.55	2.20	1.5	—
5	270	4	68	15.3	F	2	〃	753.8	47	17.3	6.10	9.40	2.50	1.4	0.1
6	65	3	23	16.2	F	2	〃	760.8	57	18.2	6.11	10.50	3.35	1.3	0.2
7	—	1	—	16.5	F	4	〃	758.8	61	18.5	6.12	—	4.45	1.2	0.3
8	120	1	120	19.0	F	1	〃	751.4	35	21.0	6.13	—	6.20	1.2	0.4
9	325	2	163	14.6	C	6	〃	756.9	42	16.6	6.13	0.55	7.45	1.2	0.5
10	90	1	90	12.5	R	10	〃	763.2	80	14.5	6.14	2.40	9.15	1.3	0.4
11	—	1	—	11.4	C	8	疾	744.9	59	13.4	6.15	3.55	10.15	1.4	0.4
12	—	1	—	11.2	F	4	軟	749.4	45	13.2	6.16	4.50	11.05	1.5	0.4
13	90	2	45	15.2	F	2	和	763.4	35	17.2	6.17	5.20	11.15	1.6	0.4
14	260	2	130	14.6	C	7	軟	756.9	60	16.6	6.17	6.05	—	1.6	0.4
15	130	3	43	13.0	F	6	〃	746.7	66	15.0	6.18	6.50	0.20	1.6	0.5
16	180	4	45	15.9	F	2	〃	755.2	35	17.9	6.19	7.20	0.55	1.6	0.5
17	310	6	52	16.0	F	2	—	758.8	76	18.0	6.20	8.05	1.25	1.5	—
18	130	4	33	17.5	F	2	和	752.1	55	19.5	6.21	8.50	2.00	1.5	0.1
19	530	3	177	16.0	F	4	軟	760.0	66	18.0	6.21	9.30	2.30	1.4	0.1
20	45	2	23	19.0	C	6	〃	760.4	57	21.0	6.22	10.20	3.05	1.3	0.2
21	340	4	85	20.8	F	4	〃	762.5	57	22.8	6.23	11.05	3.25	1.3	0.3
22	230	3	77	18.0	C	7	〃	763.7	72	20.0	6.24	—	4.20	1.2	0.5
23	40	1	40	17.0	C	4	〃	759.2	74	19.0	6.25	—	5.40	1.2	0.6
24	10	1	10	20.0	F	2	〃	754.2	72	22.0	6.26	1.05	7.25	1.1	0.6
25	10	1	10	18.5	C	4	—	754.1	63	20.5	6.26	2.25	8.25	1.2	0.6
26	160	1	160	18.5	F	6	軟	762.4	60	20.5	6.26	3.25	9.25	1.3	0.5
27	310	3	103	17.0	R	3	一	761.3	61	19.0	6.27	4.25	10.15	1.4	0.5
28	100	1	100	19.0	F	4	軟	756.6	61	21.0	6.28	5.05	11.05	1.5	0.5
29	250	3	77	21.0	F	4	〃	759.7	60	23.0	6.29	5.45	11.30	1.6	0.5
30	230	2	115	21.0	F	2	〃	762.3	50	23.5	6.30	6.30	—	1.6	0.6
5月 1日	250	4	62	21.7	F	2	〃	763.4	59	23.7	6.31	7.10	0.25	1.6	0.7
2	290	3	97	19.0	R	10	—	761.4	98	21.0	6.31	7.50	1.10	1.6	-1
3	—	0	—	18.5	C	10	和	757.3	89	20.5	6.32	8.50	2.05	1.5	-1
4	120	1	120	18.6	C	10	軟	760.8	81	20.6	6.33	9.45	2.45	1.4	—
5	170	3	57	21.4	F	7	〃	761.1	71	23.4	6.34	10.30	3.10	1.4	0.2
6	110	2	55	19.2	R	10	〃	753.9	96	21.2	6.35	11.50	4.25	1.3	0.3
7	—	1	—	18.0	C	9	〃	755.6	78	20.0	6.36	—	5.45	1.3	0.5
8	—	1	—	15.5	C	9	和	753.9	90	17.5	6.36	1.20	7.15	1.3	0.6
9	—	1	—	18.0	C	6	軟	755.5	46	20.0	6.37	2.25	8.30	1.2	0.6
10	—	1	—	19.7	F	6	一	761.8	49	21.7	6.38	3.35	9.35	1.3	0.6
11	—	1	—	20.7	F	4	—	763.5	49	22.7	6.39	4.30	10.25	1.4	0.6
12	—	1	—	21.0	F	2	軟	756.2	62	23.0	6.40	5.25	11.10	1.5	0.7
13	—	1	—	20.0	F	2	〃	761.8	57	22.0	6.41	5.51	11.35	1.5	0.7
14	—	1	—	21.0	F	4	〃	768.1	54	23.0	6.41	6.40	—	1.6	0.7
15	80	1	80	21.7	F	6	〃	763.2	63	23.7	6.42	7.25	0.35	1.6	0.7

附表 Ⅱ. 川尻地方の養鰻池の生産量

調査池番号	池の水面積（坪）	成品鰻の生産量(匁) 網差し	成品鰻の生産量(匁) 池揚時	繰越し原料（匁）	網差回数	生産量（匁）	收容極量（匁）	坪当り生産量（匁）	坪当り收容極量（匁）
1	636	400	270	330	3	670	1000	0.87	1.45
2	1009	650	700	600	4	1350	1950	1.34	1.93
3	1137	589	1000	450	3	1539	2039	1.42	1.79
4	1111	837	550	610	4	1387	1997	1.25	1.80
5	1465	3000	—	900	5	3000	3900	2.05	2.66
6	813	600	430	270	3	1030	1350	1.33	1.66
7	1514	924	1067	555	3	1991	2554	1.32	1.69
8	576	336	431	144	3	867	1011	1.50	1.76
9	1570	420	1800	800	2	2220	3020	1.41	1.92
10	1020	700	800	400	3	1500	1900	1.47	1.86
11	950	1300	850	300	2	2150	2450	2.26	2.53
12	2000	1110	1190	1200	2	2300	3500	1.15	1.76
13	1005	650	950	473	3	1600	2008	1.89	2.01
14	1409	1020	1050	590	3	2070	2660	1.18	1.73
15	1279	844	792	435	2	1636	2061	1.27	1.61
16	1424	630	1352	600	2	1982	2582	1.39	1.78
17	2597	1894	2664	1422	3	4553	5933	1.76	2.30
18	1994	400	3500	1200	1	3900	5100	1.95	2.56
19	1533	800	1780	620	3	2580	3100	1.63	2.08
20	1377	1040	1663	266	3	2708	2910	1.96	2.16
21	1930	970	1600	800	2	2570	3370	1.30	1.77
22	1263	770	960	600	2	1730	2330	1.36	1.84
23	2239	900	3000	1276	3	3900	5176	1.71	2.26
24	1327	700	1200	650	2	1900	2550	1.43	1.92
25	783	500	880	450	2	1380	1830	1.76	2.33
26	1229	530	1100	430	2	1630	2160	1.37	1.76
27	1600	1100	1600	450	4	2700	3150	1.69	1.97
28	1207	600	1400	480	2	2000	2480	1.65	2.06
29	1214	2000	1160	570	4	3160	3730	2.60	3.07
30	1101	1997	808	550	5	2805	3355	2.54	3.05
31	1480	600	1430	600	2	2030	2630	1.37	1.78
32	1270	1000	2000	400	3	3000	3400	2.37	2.68
33	1533	500	1260	480	2	1760	2240	1.15	1.46
34	942	150	800	315	1	950	1265	1.01	1.34
35	352	—	600	246	0	600	846	1.71	2.40
36	1270	700	635	500	3	1335	1835	1.05	1.40
37	1402	640	260	600	4	900	1500	0.64	1.25
38	1448	475	2000	250	3	2475	2725	1.71	1.20
39	864	600	550	400	3	1150	1000	1.23	1.20
40	1359	950	600	600	3	1550	1600	1.13	1.20
41	2441	1000	379	840	3	1379	3200	0.57	1.30
42	617	200	800	925	2	1000	1100	1.62	1.70
43	1219	700	1000	300	4	1700	1300	1.39	1.50
44	2560	1000	1700	600	4	2700	3800	1.05	1.50
45	1300	200	200	600	1	400	1000	0.31	0.80
46	1153	900	900	600	4	1800	2400	1.56	1.70
47	1227	700	800	500	3	1500	2250	1.22	1.70
48	2960	1500	2300	1200	3	3300	5000	1.23	1.70
49	3000	1300	2500	1000	5	3900	4900	1.30	1.60
50	1720	1000	1600	700	3	2600	3300	1.51	1.90
51	1348	1100	1300	450	3	2400	2360	1.78	2.10
52	1270	900	1500	480	3	2400	2880	1.83	2.20
53	1850	800	2200	830	3	3000	3830	1.61	2.00
54	1115	700	1000	720	3	1700	2420	1.53	2.17
55	1879	815	2600	750	2	3415	4165	1.82	2.20
56	1300	500	1200	600	2	1700	2300	1.31	1.70
57	1300	350	1000	400	2	1350	1750	1.04	1.30

調査池番号	池の水面積（坪）	成品鰻の生産量(匁) 網差し	池揚時	繰越し原料（匁）	網差回数	生産量（匁）	収容極量（匁）	坪当り生産量（匁）	坪当り収容極量（匁）
58	700	374	1100	400	2	1474	1874	2.16	2.67
59	1737	800	1450	640	3	2250	2894	1.30	1.66
60	1510	900	1500	700	3	2400	3100	1.58	2.05
61	1803	850	3000	480	2	3850	4330	2.13	2.40
62	1564	675	2400	370	2	3075	3445	1.97	2.02
63	388	80	256	150	2	336	486	0.86	1.30
64	1700	800	1500	800	2	2300	3100	1.38	1.80
65	1555	700	1300	700	2	2000	2700	1.29	1.80
66	1416	720	2000	600	4	2720	3300	1.92	2.34
67	374	500	250	220	2	750	970	2.01	2.30
68	1277	700	900	563	3	1600	2163	1.25	1.70
69	1185	620	140	600	3	760	2620	0.65	2.30
70	1651	800	800	600	3	1600	2200	0.96	1.40
71	1592	800	1300	600	2	2100	2700	1.32	1.70
72	2749	4987	2389	1250	11	7877	9126	2.86	3.32
73	1808	2500	1200	350	5	3700	4050	2.04	2.20
74	2314	1081	850	600	4	1931	2531	0.83	1.09
75	1611	1800	200	500	3	2000	2500	1.25	1.60
76	1640	500	2900	200	2	3400	2600	2.07	2.20
77	727	700	800	400	3	1500	1900	2.06	2.60
78	1088	700	1450	500	2	2150	2650	1.98	2.50
79	2073	1200	2850	1200	1	4050	5350	1.95	2.60
80	1234	800	1500	120	2	2300	2320	1.86	1.80
81	1330	700	1400	580	2	2100	2680	1.52	1.94
82	1007	1000	750	480	3	1750	2230	1.74	2.20
83	1994	800	1587	878	2	2387	3265	1.19	1.70
84	1451	800	1150	630	3	1950	2580	1.34	1.80
85	1559	1000	1000	700	3	2000	2700	1.36	1.80
86	1453	2000	1500	700	3	3500	4250	2.39	2.90
87	1251	700	1400	500	2	2100	2600	1.67	2.10
88	1301	2000	1050	450	3	3050	2210	2.34	1.70
89	1200	870	1600	600	2	2470	3070	2.06	2.60
90	1620	525	1180	500	2	1705	1755	1.05	1.09
91	1500	1060	230	600	3	1290	3860	0.86	2.50
92	1300	750	200	460	3	950	3210	0.73	2.10
93	1300	750	200	460	3	950	230	0.73	2.13
94	250	170	—	60	3	170	1858	0.52	0.90
95	1200	536	1000	332	4	1536	1827	1.29	1.54
96	917	600	800	427	3	1400	3411	1.52	2.01
97	1391	1050	1561	800	3	2611	3411	1.87	2.42
98	1300	800	800	340	3	1600	1940	1.23	1.50
99	1280	800	850	580	4	1650	2235	1.23	1.72
100	1275	800	1500	430	3	2300	2730	1.81	2.15
101	1500	480	1400	300	2	1880	2180	1.76	1.44
102	1500	500	1600	630	2	2100	2730	1.40	1.81
103	1340	500	1600	470	2	2100	2570	1.56	1.91
104	1300	430	1300	250	2	1730	2030	1.52	1.52
105	1500	800	2175	500	2	2975	3475	1.98	2.31
106	600	220	—	97	6	220	317	0.37	0.50
107	1691	1100	1200	650	4	2300	2950	1.36	1.72
108	1230	700	900	500	3	1600	2100	1.30	1.63
109	600	264	495	166	4	759	925	1.43	1.54
110	1230	650	1150	430	3	1800	2230	1.46	1.82
111	500	200	725	230	2	925	1155	1.85	2.31
112	1112	330	500	370	1	830	1200	0.75	1.08
113	1400	500	900	500	3	1400	1900	1.00	1.36
114	1527	750	1000	600	3	1750	2350	1.15	1.54
115	1513	870	1400	630	4	2270	2900	1.50	1.92
116	1530	670	1000	600	3	1670	2270	1.09	1.48
117	1530	440	878	640	2	1318	1958	0.87	1.28

調査池番号	池の水面積（坪）	成品鰻の生産量(匁) 網差し	成品鰻の生産量(匁) 池干時	繰越し原料（匁）	網差回数	生産量（匁）	收容極量（匁）	坪当り生産量（匁）	坪当り收容極量（匁）
118	1666	550	1500	600	1	2050	2650	1.23	1.53
119	1800	515	1200	700	2	1715	2415	0.95	1.34
120	1440	680	1000	530	3	1680	2210	1.16	1.53
121	1800	515	1200	700	2	1715	2415	0.95	1.34
122	1440	630	1000	530	3	1680	2210	1.16	1.53
123	1350	600	1000	500	3	1600	2100	1.18	1.56
124	1400	800	1440	470	3	2240	2790	1.60	2.00
125	1420	710	1200	400	3	1910	2310	1.34	1.63
126	1345	640	1470	460	2	2110	2570	1.57	1.91
127	1229	500	900	400	2	1400	1800	1.13	1.46
128	1760	260	1400	450	1	1650	2110	0.94	1.21
129	1165	650	1020	490	3	1670	2160	1.43	1.85
130	1135	460	1000	460	2	1460	1920	1.29	1.69
131	1130	670	1150	430	3	1820	2250	1.61	1.99
132	1050	800	800	700	3	1600	2300	1.53	2.19
133	1367	550	998	550	3	1548	2098	1.13	1.54
134	1330	850	500	400	3	1350	1750	1.02	1.35
135	900	750	400	300	2	1150	1450	1.28	1.61
136	1130	700	600	500	3	1300	1800	1.15	1.59
137	950	500	420	370	2	920	1290	0.96	1.36
138	1127	400	1120	418	2	1520	1938	1.34	1.71
139	1800	400	1000	800	1	1400	2200	0.78	1.22
140	1570	460	1240	390	2	1700	2090	1.08	1.33
141	1320	750	1600	600	3	2350	2950	1.78	1.46
142	1511	750	540	300	3	1290	1590	0.85	1.05
143	1186	400	600	350	3	1000	1350	0.84	1.14

Studies on the Morpholgy, Ecology and the Pond-Culture of the Japanese Eel (*Anguilla japonica* TEMMINCK & SCHLEGEL).

By Isao MATSUI

Summary.

Eel-culture in Japan began in 1879. In and after 1916, a turning point, this industry successively developed from a primitive culture to an intensive one. Notwith-standing the fact that only about seventy years have passed in the history of this culture, our characteristic technique is extensively and admirably improved, and the product of the eel-culture industry had mounted to approximate 12,375,000 kg-more than five times as much as the amount of natural eel production before World War II. Basing this enquiry on the biological considerations that are indispensable for the improvement of technique, the writer offers this paper for the purpose of making a contribution to the development of eel-culture industry.

This paper is composed of four parts on historical review of the study, various morphological and ecological studies, a study on the method of culture, and a study on the problems of propagation and protection.

The contents and results of the studies in each part may be summarized as follows:

Part 1. Historical review of the studies on the Japanese eel.

Chapter 1. Previous results of studies of classification and distribution.

Chapter 2. Previous results of studies on morphology, ecology, physiology and life history.

Chapter 3. Previous results of the chemical study of the eel body.

Chapter 4. Previous results of the study on the pond-culture of the eel.

Part II. Morphological and ecological studies of the Japanese eel.

Chapter I. On the morphological difference involved in sex determinaton.

1) The morpholological diffencences between male and female are distinct. The pectoral fins, the diameter of the eye and the interorbital space can be pointed out as a valid standards for distinguishing male

from female.

The pectoral fin of the female is shorter than that of the male and the tip is rounder, but the pectoral fin of the male is longer and sharply pointed. The diameter of the male's eye is greater and the male's interorbital space exceeds those of the female.

2) As to the length of head, the girth and body length, the distance from the tip of snout to the pectoral fin, and the length of snout, when employed as reference standards, the male may be said to exceed the female in each respect.
3) The theory of geographic variation as to the length of head is deniable.
4) The theory that the snout is shaped in accordance with sex is not difinitive; but the shape of snout is attributed to the difference of degrees of growth.
5) The factor that decides the measurement of girth is attributed to the difference of body width, for sexual difference is not found in the height of the body.
6) Sexual difference is not found in the height of the dorsal fin, excluding exceptions.
7) The female is longer than male in the length from tip of snout to the origin of every fin.
8) The female body length at the growing limit or age of maturity is either much longer or much shorter than the male's, but the fatness is reverse,
9) Nuptial coloration is remarkably distinct in the male.
10) As for the external morphological characteristics of male and female, it is verifiable that an intermediate type is born, between male and female as to length of pectoral fin, diameter of eye and other features which can be a decisive standard of sex, and reversal of sex may also occur.

Chapter Ⅱ. On the morphological differences appearing in the eel in various circumstances.

Every creature, even in the same species, develops up morphological differences at the mercy of circumstances. Generally pond-cultured fish are apt to be valued for their qualities in comparison with natural fish, so the more similar to the natural progenitor, the more valuable pond-cultured fish are as commodities. The cultured eel industry has been particularly prosperous in recent years, and consequently the culture technique has advanced with remarkable

strides. But the market price of the natural eel is high, so pisciculturists discharge pond-cultured eels into streams for a long period to render them lean and analogous to natural eels.

In comparing of the morphological characteristics of the natural with the pond-cultured eel, the writer investigated the possibility of varying these features by suitable pond-culture technique.

The results are as follows:

1. Morphological differences between the natural eel and the pond-cultured eel can be found in measurements of girth, height and angle of snout, diameter of eye, interorbital space, length of pectoral fin and height of dorsal fin, etc., but cannot be found in height of snout, length of head, breadth of body, and positions of anal and dorsal fins.
2. As for the morphological characteristics of both types of eel, the pond-cultured eel is comparatively longer than the natural eel in girth and length of snout, and higher in dorsal fin and body height, while the interorbital space and the pectoral fin is shorter, and the angle of the snout and the diameter of the eye are somewhat smaller.
3. The formal factor causing morphological differences between them is of a simple variety, and is changeable subject to appropriate pond-culture technique.
4. It seems that the variation in the formal factor is chiefly caused by reciprocal differences in relative growth.

Chapter Ⅱ. On the degree of variation in the external characters of the body.

The present paper deals with the correlation between the variation in external characters and environment or sex of Japanese eels, and the results are as follows:

Generally, the variations in the natural group are more considerable than those in the pond-cultured group. The natural group has distinctly larger values in these portions: i. e. width of body, length of snout, length of head, interorbital space, distance from tip of snout to origin of each fin (D. F., P. F., A. F.), height of dorsal fin, and height of body.

On the contrary the natural group shows smaller values in length of pectoral fin and diameter of eye. I believe, in conclusion, that the natural group lives in complex conditions of environment, for it must adapt to a variety of conditions. Comparatively speaking, the pond-cultured group lives under simpler conditions. Namely, the differences in

variation depend upon the complexity of the environment.

The female's variation is more considerable than the male's. Every measurement except the distance between the eyes is greater in female variation.

Chapter Ⅳ. Relation between the growth of the eel and its external form.

In the case of breeding the glass-eel under the same conditions and culture techniques, the degrees of varations in body length and weight are comparatively large, and are proportional to the period of breeding. Such phenomena can also be demonstrated in breeding other kinds of fish. Variations in the degree of body length and weight are losely connected with culture technique and inherited nature and form of eel body itself. Above all we can control the degree of variation to some extent with progress in technique research. It goes without saying that technical progress includes selection of superior quality for breeding purposes and the application of suitable culture techniques to inherited nature and form.

The present writer, in the study of the factors controlling degree of variation observed,that the eel's morphological differences are closely connected with its growth, so I have tried the study of selection of breeds and a positive development of culture technique since 1934.

The results are as follows:

1) With a view to excluding artificial elements affecting growth, and separating the normal group from other groups of different sizes by changing ponds and selection, I bred glass-eels under controlled conditions and culture techniques, and classified them into three groups. I then investigated and compared them with newly-caught upstream glass-eels.
2) The form of snout is represented by angle of snout ($\tan \alpha$) and height of snout ($\tan \beta$). When we compared both of them with each group, the snout was found to be short and high. The snout of the group which had the form resembling the so-called "Breitkopf", is long, and more slender in growth degree than the form of the group resembling "Schmalkopf" which has low snout.
3) No correlaton of angle and height of snout with body length could be found. Therefore the formal characteristics of the glass-eel's snout is absolute and has no relation to growth.
4) The difference of angle and height of snout is not caused by the morphological differences in sex.

5) The growth degree of the group which had the following morphological characteristics, small head length, dorsal fin situated somewhat ahead, anal fins situated backward, wide body breadth, tall body height, narrow interorbital space, short diameter of eye, was far better than that of other groups.
6) There are two kinds of fry among the Japanese eels - one is the "Breitkopf" with broad and obtuse head, a superior fry, and the other is the "Schmalkopf" with narrow and acute head, an inferior fry. This is important for selection of breed and positive breeding of pond - culture eels.

Chapter V. On the anadromous habits of the glass - eels and the environmental factors controlling quantity among upstream glass-eels caught.

The excellent development taking place in the eel - culture industry, is resulting in glass - eel culture becoming a special occupation by itself, one of the new industries in fact. And the production of the fry of the glass - eel is becoming increasingly valuable for the development of this new industry.

The results of my research are as follows:

1) The upstream period of the glass - eel begins early in October and ends in the latter part of May. The upstream term can be divided into five phases according to the change of environmental factors controlling the quantity of upstream glass - eels produced.
2) The upstream term begins late in autumn or early in winter. but it is earlier or later according to the change of water temperature along the coast.
3) The length of the upstream term is due to the length of the spawning period.
4) It is one of the proofs that the spawning places are in the sea near by that the upstream period of Japanese eels begins earlier than that of European eels.
5) The sizes of glass - eels vary according to the upstream term, for if the upstream period is early, they are larger. Japanese glass - eels go upstream or live along the coasts during post metamorphosis.
6) The undeveloped body pigment in the early phase of the glass - eels is more larger than the fully developed eel.
7) There are local differences in the size of glass - eels; especially there is a tendency for glass - eels in the following districts, Miyazaki, Mie, Shizuoka, Aichi, Ibaragi Prefectures, to be larger in size. And the

fact that the large type of glass-eel can be found in Japan is greatly influenced by the existence of the Japan Stream (Kuroshio), which offers as favourable data for determing the location of the spawning places. It can therefore be concluded that they exist in several areas near the Japan Stream.

8) Yearly differences in age can be deduced from size of glass-eels, and this has a relation to annual changes in coastal water temperature, so the variations in coastal water temperature is available as a factor in determining the upstream period of the glass-eels.

9) The Japan Stream has, therefore, an influence upon composition of the body length and the period of the upstream migration of the glass-eels.

10) As for the number of upstream glass-eels caught, when the temperature of streams in river is not stabilized at above 8°—10° C, water temperature becomes a most important and critical factor, but when water temperature is stabilized at above 8°-10° C, it is not a factor controlling quantity of the upstream glass-eels.

11) As to the water temperature at the beginning of upstream season, when descent of water temperature is dull, upstream glass-eels can be found even at below 8° C. The lowest water temperature in their action was 6.7° C.

12) The numbers of upstream glass-eels caught in a river reaches a maximum at high tide and decreases as the tide ebbs. It does not always reach a maximum at high tide as the case of brackish lake. In respect of upstream phenomenon of glass-eel, there is difference between streams and lakes or ponds.

13) When the tide is high before or after sunset, quantity of upstream has a tendency to reach a maximum. But when the tide has ebbed after sunset, quantity of upstream glass-eels is sparse or non-existent.

14) There is, therefore, a close relation between the height of the tide and the quantity of upstream glass-eels. The probability that maximum upstream quantity will be reached at a major tide is 80%, and the probability that there will be no eels upstream at a neap-tide is 78%.

15) The hourly change of upstream quantity of glass-eels caught reaches a maximum within 60-120 minutes after sunset, and the the time of upstream migration ends at 150-330 minutes after sunset.

Chapter VI. Studies of the genital gland.

1) The sex of 77.2% of 14, 379 eels swimming chiefly downstream (catadromous eels) could be discriminated, and the minimum body length that could be detected sex difference with the naked eye was 25.2 cm.
2) The female is larger than the male in type, because of early maturity. But the growth limits of European eels are different from those of the Japanese eels, especially the males, are larger than European eels.
3) The sex-ratio (♀: ♂100) is 59.9% in natural eels, and 3.5% in pond cultured eels Among the former the male has a higher ratio than the female. It seems that there is a group passing "Transitorische intersexualitatät" through the undeveloped stage of the genital gland.
4) The maximum diameter of an ovum before catadromus migration is 0.384 mm., and the mean value is 0.331 ±0.001 mm.
5) According to a histological respect of an ovarian ovum before catadromous migration eels, most ova of the largest diameter are nearly ripened and have the structure of pelagic eggs.
6) It seems that the genital glands are simultaneously ripened and spawned.
7) The width of the genital gland is in direct proportion to the diameter of the ovum and the degree of maturity of the testis, having no relation to body length or body weight, but connected with age, habitat, collecting season etc.
8) The appearance percentage of the average mature phase is 17.3% and the appearance percentage of the immature phase is 47.3%, in the female 16.3%, with a diameter of ovum more than 0.2 mm and Ooplasma developed, and in the male, with a testis width of 3.0 mm, in the state of spermatid from spermatocyte.
9) The development phase of testis is mostly the spermatocyte, and rarely forms spermatozoa. The size of the head of the spermatozoa is 33.1μ —30.3μ×17.9μ—13.8μ.
10) The shape of the ovary on both sides is not symmetrical, and the left ovary is greater than the right one in weight, length and number of ovarian eggs.
11) The number of ovarian eggs are 7,195,194—12,720,648 (body length 35.7—92.4 cm).
12) The spawning places of the Japanese eels are not far from the land.
13) The spawning season of the Japanese eels covers the period from the end of October to early spring.

Chapter Ⅶ. Relation between the primary development of scale and growth.

In this charpter the growth period and position of primary scales are explained to serve as a reference in treating of culture-eels.

1) The minimum length of body at which scales begin to form is 14.4—16.9 cm, and the length of body at which whole scales begin to grow is in excess of 21cm.
2) The percentage of scale appearing is connected with growth rate of body, but has no connection with the period of culture.
3) As a result of culture of glass-eels by the same method and same conditions during one year, the percentage of scales appearing reaches 90% in the best group, 0% in the worst group, 8% in the middle group, and 32.7% on the average.
4) The primary scales grow on each line above or below both lateral-lines, somewhat backward from the anus. As scales glow, they spread above and below, in front and in the rear of the lines along the lateral-lines and they finally extend over the caudal parts, the joints of pectoral fin and the abdominal region between the fore-joints of the dorsal fin.
5) The length of scales, the width of scales and the number of growth rings closely related with the period of growth.
6) The relative formula of the relation of body length and scale length is $L=13.555\ S^{0.245}$ and the relative expression of body length (L) and scale width (lw) is $L=15.325\ lw^{0.463}$
7) The error of scale age assessment is 0—3 years, generally 0—1 year.

Chapter Ⅷ. Relation between the otolith size and circulii and growth.

This study will be of value not only in explaining eel morphology from the circulii appearing on the otolith, but also in simplifying age assessment based on the size of the otolith.

The results are as follows:

1) The relation between the size of the otolith (O) and the body length (L) is represented by the following expression: $O=0.0792\ L^{0.853}+1.26\pm0.11$ cm. And the body length which the otolith develops morphologically, may be 1.26±0.11cm.
2) The size of the otolith is closely related with the degree of growth.
3) There are two kinds of ring belts-transparent and opaque on the otolith circulii of the glass-eels soon after upstream migration. These circulii do not show the age, but they are formed through the

changes in environments during the periods of metamorphorsis.

4) The clear circulii of otolith is formed by changes taking place in the glass-eel as it migrates from sea water to fresh water, so two different types of circulii will be appeared in so-called "Dakko" (very large fry).

5) When glass-eels begin to grow rapidly by taking artificial nourishment, narrow circulii is formed, and this may be a standard for discriminating between pond cultured eels and natural eels, for the circulii appears distinctly when the glass-eel is cultured as a fry.

Chapter Ⅸ. On the species of Japanese eels collected in the Pacific region and adjacent water, the relation between the distribution and the ocean currents, and a presumptive breeding place of *Anguilla japonica* T. & S.

The breeding places of the eels in the Atlantic and Indian Oceans have already established by Dr. J. Schmidt's investigations. However, such an investigation in connecton with Japanese eels has not previously been carried out.

I had hoped to discover the breeding places of Japanese eels by an oceanic expedition, and I have studied the ecology of the catadromous eels, the degrees of development of the gonad, the structure and character of the ovary and the upstream glass-eels, and their ecology in the sea.

This paper discusses the breeding places of Japanese eels from the viewpoint of the relation between the distribution of eels and the ocean currents. The results of my studies are as follows:

1) I divide Japanese eels into two species, *Anguilla japonica* and *A. marmorata*, scrutinizing seriatim the external morphological characteristics, number of vertebrae, dentition, etc.

2) As to the position of dorsal and anal fins and the interorbital space as morphological characteristics, the biometrical differences between *Anguilla japonica* and *A. marmorata* have been considered. In comparison with *A. marmorata*, the origin of the dorsal fin of *A. japonica* is situated conspicuously to the rear, while the position of anal fin is forward. Accordingly, as to the distance between origin of dorsal and anal fins is greater in *A. marmorata* than in *A. japonica*. *A. marmorata* is longer in snout length, and taller in body height. However, in the morphological characteristics, there are medium types in various degrees between them.

3) Local differences cannot be found in number of vertebrae of *A.*

japonica. The remakable difference in number of vertebrae as between *A. japonica* and *A. marmorata* is due to the differences of their distribution latitudes. According to distribution, if the cradle of the Pacific Ocean eels is the equatorial area of the West Pacific Ocean, it seems that *A. marmorata* is more nearly similar to the original breed than *A. japonica*.

4) As for distribution, the southern limits of *Anguilla japonica* are Tonking Bay and Hainan, while the Bonin Islands are the southern and eastern limits in the Pacific Ocean. The gulf of Pechili is the western limit.
5) The northern distribution limits of *Anguilla marmorata* are Quelpart Island and Joga-Ike, while Natal, East Africa, is the western and southern limit. The eastern limits are the Bonin Islands in the north Pacific area and the Marquesas Islands in the south Pacific area.
6) As for the geographical distribution of Japanese eels, *A. japonica* extends over the China and Indo—China subregions, and as to the Palaeotropical superregion, the Hainan district is the southern limit. *A. marmorta* extends chiefly over the Palaeotropical superregion. The northern limit is the Yangtse-kiang in the China subregion, and their distribution extends to the southern part of Korea and south of the central part of the Pacific Ocean. "The geographical distribution of Fresh-water Fish" by Dr. Mori and "The Fresh water fish in Hainan Island" by Dr. Harada, lacks sufficient data on Anguillidae, because it is necessary that the distribution of such an anadromous fish has to be considered in connection with the conditions of it's oceanic distribution.
7) *Anguilla japonica* is distributed in the Japan stream area or the area receiving the direct influence of the Japan stream. Not to speak of the Pacific coast, the coast of the Japan Sea receives the influence of the Tsushima Current, while the China coast and the south coast of Korea receive the influence of the China Coast Current. The Sub-Current of Japan Stream passing through the south-west portion of the Okinawa Islands flows to the north-west and eventually pours into the East China Sea, and reaches as far as Hongkong and Hainan Island. Sometimes the reflux of the Japan Stream, which flows to the southwest for Formosa, reaches these regions along with the China Coast Current, passing through Formosa Strait, and flowing to the south. The reason why there is no distribution in the Philippines, Sumatra, Borneo, the Celebes, the Mariana Islands, New Guinea, and Java, is that the Japan Stream has no influence upon these regions

for the south Pacific Equatorial Current, which is quite different from the Japan Stream, in origin flows about them. Original part of the Japan Stream flows along the southern extremity of Formosa, and one of its sub-currents passing through Basii Channel pours into the south China Sea. But the fact that there is no distribution in the philippine area provides us with an important clue to the spawning area.

8) *Anguilla marmorata* are distributed mainly over the coasts that are directly or indirectly influenced by the North Monsoon Current, the Pacific South Equatorial Current, the South Equatorial Current of the Indian Ocean and the Equatorial Adverse Currents of both Oceans but the reason why eels are distributed to Japan proper and as far as the northern parts of China is that these currents meet with the original part of the Japan Stream near Basii Channel, and as the Japan Stream is narrow in width and rapid in flow between Kagoshima and the coast of Bōshū, eels, tropical in themselves, distribute as far as the northern extremity of the Japan Stream.

9) The distribution of *Anguilla japonica* is thus closely related with the movements of ocean currents, therefore the spawning places have to exist in the sea-areas which are directly or indirectly influensed by the Japan Stream. If the original part of the Japan Stream is situated near lat. 20° N. the spawning places must be situated in lat. 20° N. and northwards therefrom. But from the view point of distribution they seem to be situated south of lat. 30° N.

10) If the spawning places of Japanese eels have to be situated in deep seas as the case so far as Europeo-American and South Sea eels are concerned, such deep seas are situated south of lat. 30° N. near our coasts, and the depths are satisfactory.

11) The monthly variation of water temperature in Japanese coastal waters shows that the lowest limit is reached in March, and that the high temperature areas, above 20° C, at this season are south of Yaku-shima, in the west and south of the Bonin Islands in the east. The rise and fall of water temperature in the underlayer is more than two months later than corresponding changes in water temperature in the upper layer. The water temperature and salinity as far as the 200 m layer are approximatly equal in December. Eels spawn in the middle layer between the primary thermocline and the secondary thermocline, and as they grow as large as to rise to the upper layer. And in the area of the temperature zone, the primary thermocline is near 40 m depth and the secondary thermocline is near 700 m

depth. In the area of origin of the Japan Stream the primary thermocline is at 100—150 m depth and the secondary thermocline is situated at 400 m depth. Therefore, from the vertical distribution of water temperature, the sea areas in the temperate or torrid zone of the Japanese waters are favourable to meet the conditions required for spawning places.

12) As to the activity limit of glass-eels in rivers, the water temperature being 8°—10° C at the beginning of the upstream season, and the lowest temperature being 6.7° C, this temperature range is considered a reliable criterion in determing the limits of the movements of young eels and their spawning places.

13) In the waters near lat. 30° N., from south of Bōshū to Satsunan, the water temperature at 100 m depth, i. e., the middle layer between the primary thermocline and the secondary thermocline, is 20° C, while in Formosan waters it is found at 200 m depth. As for the horizontal and vertical distribution of water temperature, the waters south of Satsunan are favourable to satisfy the conditions required for spawning places.

14) As to the distribution of salinity, the waters south of lat. 30° N. are more brackish than elsewhere.

15) The curved line of *Anguilla japonica*'s growth degree lies between *A. rostrata* and *A. anguilla*, and it is similar to that of *A. rostrata*, *A. japonica* begin to migrate upstream within one year after hatching.

16) The upstream season of *A. japonica* is two or three months earlier than that of *A. rostrata*. The differences in the upstream seasons of the two breeds is due to the distance from the spawning places. The spawning place of *A. japonica* is nearer to the land than that of *A. rostrata*.

17) Having well developed genital glands, *A. japonica* migrates catadromously, for their spawning places are situated nearer to the land than those of the Europeo-American eel.

18) When I suggest determining the spawning places of *A. japonica* from the view-point of the study of ocean currents, depth, water temperature, salinity, etc., I come to the conclusion that the best water conditions are to be found south of lat. 30° N. and not far from the land: hence the sea areas, west of the Bonin Islands and near the Satsunan waters, which can easily be reached and are also not situated in main Japan Stream, seem the most valid area to locate the spawning places.

Part Ⅱ. Study on the eel culture in Japan.

Chapter Ⅰ. On the standard in the eel-culture technipues.

I have established some of the standards for an eel-culture technique in our day, summarizing the results of five years study of eel-culture, undertaken since 1933.

1. The weight-multiplication rate for the one-year cultured eel is 13.1—46.43, average 32.01; for two-years cultured eel 1.18—3.64, average 2.32; for three years cultured eel 0.79—1.47, average 1.13, viz., the younger the greater in value, according to their age.
2. If the decreasing rate is zero, the weight multiplication rate is the limit that the present eel-culture techniques can reach.
3. In the relation to the number of days for feeding and the weight multiplication rate, the latter falls, according to the days for feeding: viz., it falls rapidly during 200—300 days, but the decreasing rate is low after 400 days.
   The relative formula between the number of days for feeding (X) and the weight multiplication rate (W) is as follows:
   $$W=16.648\left(\frac{X}{200}\right)^{-3.502}$$
4. The food quotient is 5.42—7.51 for one-year cultured eel, average 5.77; for two-years cultured eel 7.16—20.78, average 8.27; for three years cultured eel 10.41—10.69, average 10.55; namely, the younger the smaller, and the older the larger as to quotient.
5. The relative formula between the days for feeding (X) and the food quotient (F) is as follow:
   $$F=3.210+0.0126\ x$$
6. The food quotient and the weight multiplication rate stand in inverse proportion.
7. The decreasing rate of one year cultured eel is 23.58—53.83%, average 34.31%; two years cultured eel 0.10—47.89%, average 7.48%; three years cultured eel 5.52—26.44%, average 5.52%; namely the older the lower in its rate.
   The relative formula between the decreasing rate (N) and the days for feeding (X) is as follows:
   $$N=11.081\left(\frac{X}{200}\right)^{-2.067}$$
8. The weight multiplication rate and the decreasing rate stand in direct proportion.

Chapter Ⅱ. On the distribution of eel-shoals in the culture ponds

From the viewpoint of intensive eel-culture management, I have established the standards for utilizing pond water profitably and minimizing the damage due to the phenomena of dyspnea, taking proper measures for control.

The density for distribution is greater near the brink of ponds, which is the most suitable habitate in many cases, while the mid part is to be used only when the water is polluted.

It follows that the mid part of the pond must be shallow to make an area for eel-breeding which promotes oxidation and reducing process of organic and inorganic substances. It may be necessary to prevent a drainage of this area when water is renewed, due to deterioration in quality.

It has hitherto been customary to feed at one spot, but doing it in several places is more efficient, articially making shady quarters along the edges of pond, paying careful attention to the habits of the eels and the density of their distribution.

Chapter Ⅲ. On productivity of the eel-culture ponds.

As the eel-culture business in the Kawajiri-district in Shizuoka Prefecture obtained satisfactory results in intensive-culture ponds, I sought materials for planning eel-culture ponds, after examining production and studying the relation to age, area and productive amount of ponds in this district.

1. The areas of the eel-breeding ponds in the Kawajiri-district range generally from 0.08—0.10 hectare (250—300 tsubo), to 0.40—0.53 hectare (1200—1600 tsubo) which figures cover 50.4% of the total.
2. Productive amount per year is 1.16—10.13 kg(0.31—2.86 kan) per 3.31 sq. m (tsubo), average 5.40 kg (1.44 kan) while the maximum capacity is 1.88—12.45 kg (0.50—3.32 kan) , average 6.34 kg (1.85 kan) .
3. The productive amount and the maximum capacity are correlated, so if the relation was unusual it would indicate poor management.
4. As to relative areas of ponds, the productive amount and the maximum capacity at 0.20—0.33 hectare (600—1000 tsubo) and 0.73—0.86 hectare (2200—2600 tsubo) proved to be highest in production; at 0.46—0.60 hectare (1400—1800 tsubo) productivity began to decrease, while at above 0.99 hectare (3000 tsubo) there is a remarkable decrease in production.
5. The area of a pond is closely connected with productivity and controls,

the effect of organic substances and the total amount of nitrogen, providing a basis for the most effecient and intensive utilization of the ponds.

6. The age of a pond closely connected with maximum capacity, the productive amount being small during the first four years after the pond is built.

Chapter Ⅳ. On the influence of the eel population density upon the productivity of pond.

1. The relative formula between the weight multiplication rate (Y) and population density (x) is as follows:

$$Y=1.150\,x^{-0.147}$$

2. The limit point of weight multiplication rate affected by the population density is within the scope of 0.38—0.56 kg (100—150momme) per 3.31 sq. m (tsubo), but the tendency is nearly 0.38 kg (100momme).
3. The relative formula between the population density (x) and the average weight of one eel (W) is as follows:

$$W=0.097\,x-2.594.$$

4. The relative formula between population density (x) and the food quotient (F) is as follows: $F=1.042x+2.50$.
5. The relative formula between the population density (x) and the decreasing rate (N) is expressed as follows: $N=0.075\,x+1.982$.
6. Population density have a close relation to frequency of dyspnea, namely the larger the density, the greater the frequency.

Chapter Ⅴ. On the influence, caused by the variant degrees in size of the fry, upon the productivity of pond.

According to the methods of proprietors who adopt the present eel culture techniques, they change water of ponds at least once a year, then select and sell the so-called adult eels large enough to meet the demands of the market.

But as selecton is imperfect, owing to many reasons connected with management, the variation in size of the eels remaining in the pond is remarkable.

Moreover as they supply fry, the eels cultured in conditions that show great variation in size can be found in the ponds, I examined these methods of eel culture with a view to determining whether they were profitable or not, and came to the following conclusion.

The group of great variation in size involves various and unfavourable elements in controlling the culture technique so far as weight multipli-

cation rate, food quotient, decreasing rate, etc. are concerned, as compared with the group of less variation. As the supply of fry concerns, reform is quite necessary. Frequent selections should be undertaken in order to unify eel, and minimize the variation with a view to improving various factors essential to developing good eel-culture techniques.

Chapter Ⅵ. On the influence of the quantity of food upon the growth, decreasing rate, food quotient and degree of variation in fry.

Roughly classifying from the point of view for eel-culture management, the main points are fry and feeding cost, and the latter accouts for 39.5% of total production cost.

Consequently, as the amount of food stuff so greatly affects the productive amount and cost of eel-culture, I have tried to set up standards for national management to minimize the production cost by deciding the proper quantities of food stuff.

According to the result of my investigation, it appears that feeding costs can be reduced by controlling quantity in proportion to the growth of eel bodies.

Namely, it is proper to limit the quantity to a minimum of 15% in relation to the population at the feeding season of the glass eels, hence the productive amount would not be reduced even when we adopt the method of reducing gradually to 10—5% and so on, dividing the total feeding plan into three periods a year.

The feeding quantity to secure the desired body weight is less than 5% of the weight of the eel body.

Chapter Ⅶ. On the degree of growth of fry, varying with the periods of upstream migration.

If I can divide fry into three groups-the early periodic upstream group, the thriving and closing periodic groups-, the results compared the relative merits of the degree of growth of each fry are as follows:

The thriving period is that of the most excellent growth degree, weight multiplication rate, food quotient and decreasing rate, and the early period is the poorest. Consequently the former is the most valuable period for the selection of fry.

Chapter Ⅷ. On the decreasing rate of bodies in the eel-culture pond during the winter season.

The eels get inactive and lose appetite so remarkably when the water

temperature falls below 15° C that the productivity is greatly affected, in accordance with the length of the warm period of water temperature.

I have tried to study the above phenomena and have arrived at the following results:

The decreasing rate for eels during the winter season is less than 4.1 %, so comparatively it is a low rate. The decreasing rate of number of individuals was proved to be almost nothing, unless they were starved or suffered damage from injurious birds.

As the loss in the winter season is one of weight, it is not necessary to sell the adult eels in the autumn, they should be selected for the market when prices show an advance. I confirmed that it is not necessary to feed them even when the temperature rises irregularly in winter, we should stop feeding them at temperatures below 10° C.

Chapter Ⅸ. On the injurious birds that visit the eel-culture ponds.

Owing to the fact that the eel-culture ponds are developed along the warm coastal regions or near rivers, there are many more bird-visitors to the ponds than in the mountainous provinces.

Nine families and sixteen species of birds have been observed in the Kawajiri district, and most of them are injurious as they prey upon the eels.

Those young eels suffer from much damage bone by such birds when the water of the ponds is changed or they are taken ill, and indirectly such birds spread parasites and contagious virus throughout the ponds.

The safeguards to be adopted are as follows:

1) Cover up and hide eel. 2) Provide the equipment of various kinds to intimidate the birds. 3) Catch the injurious birds.
4) Take other measures to check their depredations.

Chapter Ⅹ. On the examination rules for eel-culture technique.

I confirmed that the weight multiplication rate, food quotient and coefficient for variation of degree of growth, etc. are the factors demonstrating good culture technique, after considering various other factors which control the eel-culture technique, and examining the mutual relation between them. And among these coefficients, the functions showing that the smaller coefficients the better the culture technique, are the food quotient (F) and the variation of degree of growth (V), and the function showing the larger coefficient, or the better culture technique,

is the weight-multiplication rate (W).

When the cultured technique is expressed for C, it will be

$$C=\frac{F\times V}{W}$$

Therefore whether the numerical value is large or small means that the coefficient displays the standard for the relative merits of the eel-culture technique, i. e, the smaller the numerical value, the better the eel culture. But when we compare with the value of C, we must do it at the same age as each coefficient differs remarkably according to the size of the eel-body and age.

If we compare C in the case of glass eels cultured for one year, it may be expressed as follows:

Based on the best example of the result of eel culture this is

W=46.43, F=5.42, V=33.9, therefore C=3.9.

Based on the poorest example it is W=13.1, F=7.51, V=57.0, therefore C=32.7.

Consequently I think it is proper to set the standard for eel-culture technique on the basis of comparative merits, making the following classification according to the relative values of C.

Items	Class	1	2	3	4	5
Values of C	One-year cultured eel	1—5	5—10	10—20	20—30	30—40
	Two-years cultured eel	7—100	100—200	200—300	300—400	400—500

Part Ⅳ. Reform of the system of protection and conservation, and the establishment of the national management of the fry for culture-eels.

On investigating the actual state of the eel-culture industry and nothing the low standards maintained in connection with the system of eel-culturing conservation to-day, it appears that the existing laws are at fault in that they are not properly based upon a scientific study of the organisms involved or upon the population actually available, in so far as the supply of the fish is concerned, and that the recent developments that have taken place in the eel-culture industry have not been taken into consideration.

There is, indeed, every indication that the system in force at present actually invites and encourages poaching and tends to hinder the smooth development of the application of new techniques now under consideration.

What is chiefly needed, at the present times, is strict regulation regarding the catch of catadromous matured eels, which should be prohibited

for a period of two months every year, namely, from the middle of September to the middle of November; after which period eel-breeders should be authorized to release to the river 5—10% of the culture-eels which have attained a body length of 40 cm. or over.

In consonance with the considerations advanced above, therefore, I propose the promulgation of a National Management Law for the control of breeding eels, and that these should be a thorough discussion of the question of that necessity and propriety of directly administering fry of breeding-eels by the central goverment.

PLATE I

Explanation of Plate I

Fig. A. Histological view of the immature ovary at the body length of 32.6 cm. (X 80)

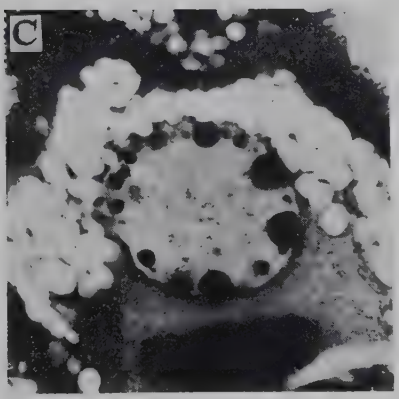
Fig. B. Histological view of the comparatively mature ovary at the body length of 40.2 cm. (X 40)

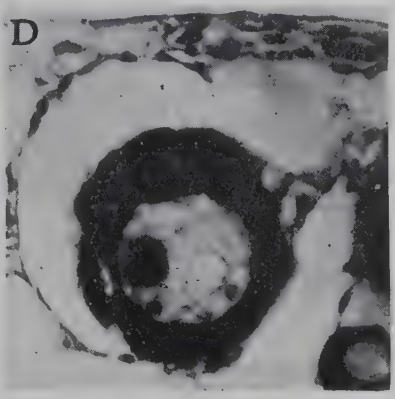
Fig. C. Enlarged view of the ovum in Fig. A. (X 360)

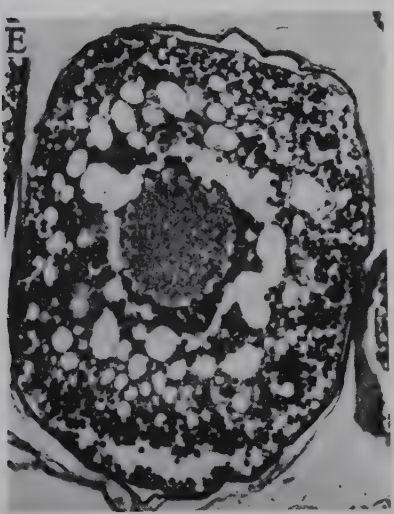
Fig. D. Enlarged view of the ovum in Fig. B, showing the nucleolus in germinal-vesicle. (X 330)

Fig. E. Histological view of the largest ovum in the mature ovary fixed with formalin and stained with haematoxylen-eosin. (X 270)

Fig. F. The oil-grobule in the largest ovum fixed with Flemming solution (X 230)







I. MATSUI photo.

PLATE II

Explanation of Plate II

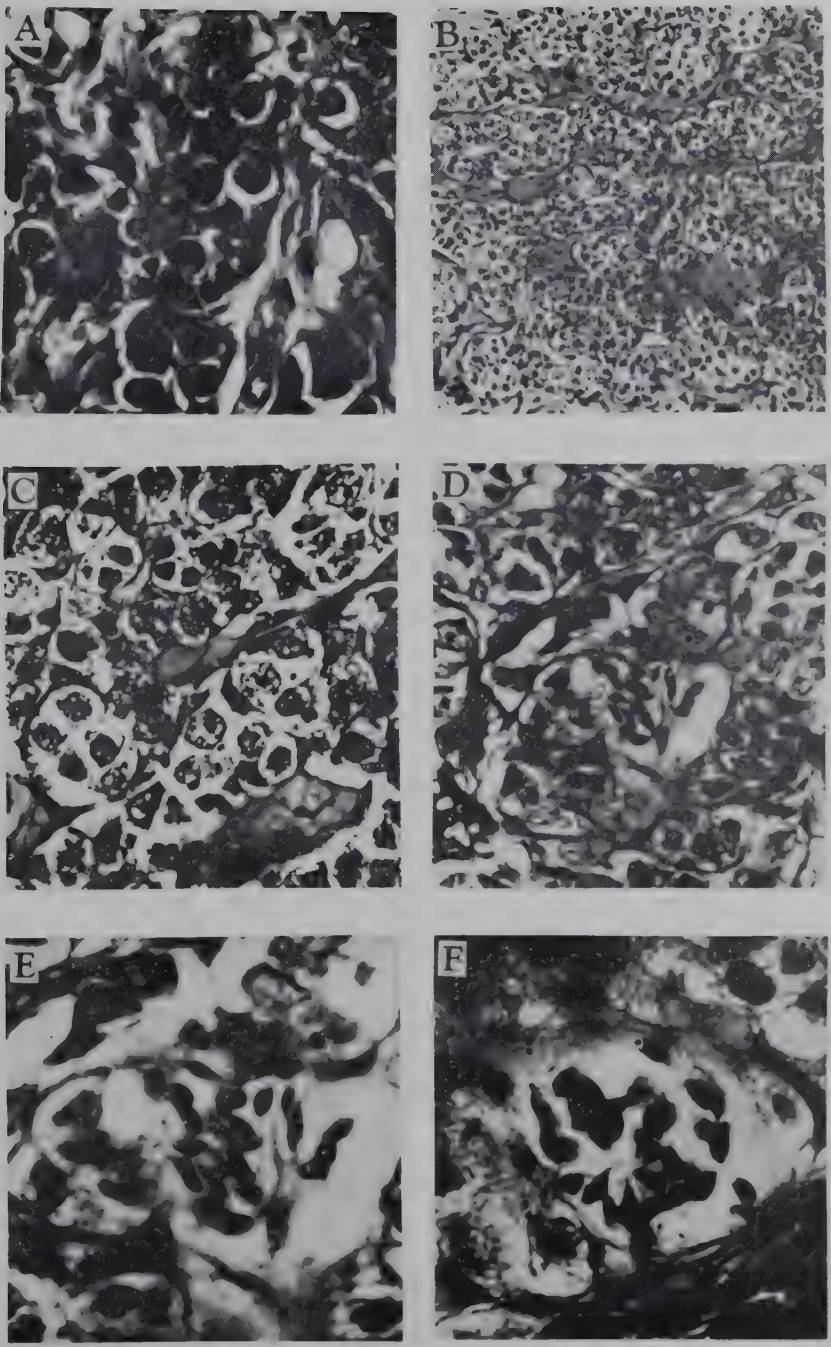
Fig. A. Histological view of the spermatogonia stage in the immature testis at the body length of 26.4 cm. (X 900)

Fig. B. Histological view of the comparatively mature testis at the body length of 42.6 cm. (X 400)

Fig. C. Histological view of the most mature testis, showing the stage of spermatid and being found the spermatozoa in a part of testis. (X 720)

Fig. D. Spermatogenesis stage transiting from spermatocyte to spermatid. (X 900)

Fig. E, F. Enlarged view of the spermatozoa. (Fig. E : X 1200, Fig. F : X 1800)



I. MATSUI photo.

PLATE III

Explanation of Plate III

Explanation of abbreviations used in the figures : L, lateral line. S, primary scale. E, epidermis. CT, connective tissue. LC, lateral canal.

Fig. 1. The position of the body (16.3 cm. in length) at the period the primary scales begin to be formed.

Fig. 2. A primary scale. ca. X 30.

Fig. 3. Histological view of the transversal section at the body length of 16.3 cm.

Fig. 4. The surface in the central part of body at the body length of 20.1 cm, considerable formation of scales can be perceived.

Fig. 5. A scale at the body length of 20.1 cm. Formation of scales in about 3 lines can be perceived. ca. X 30.

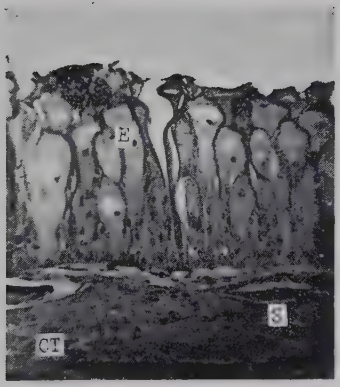
Fig. 6. Histological view of the transversal section at the body length of 20.1 cm.

Fig. 7. The surface in the central part of the body length of 21.0 cm. Formation of scales on the whole body can be perceived. ca. X 16.

Fig. 8. Histological view of the transversal section in the middle part of the body length of 14.3 cm. No scale exists. ca. X 30.

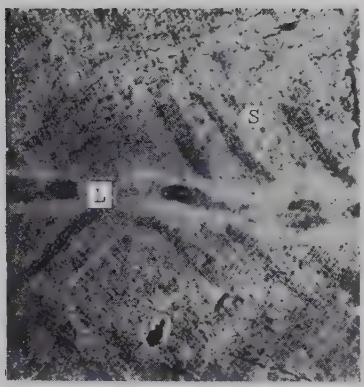
Fig. 9. Histological view of the transversal section in the central part of the body length of 14.3 cm. and no scale exists.

3

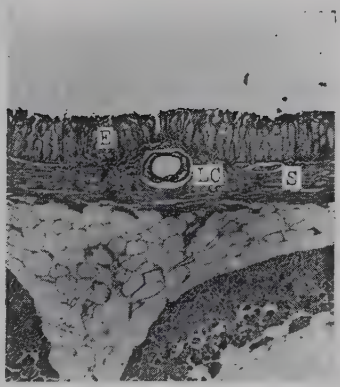


2

1

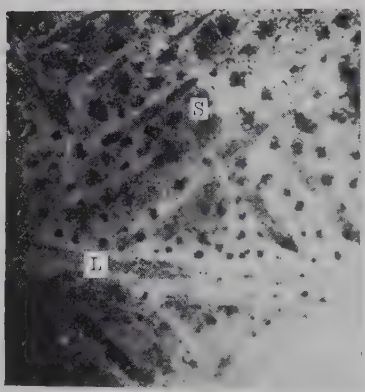


6

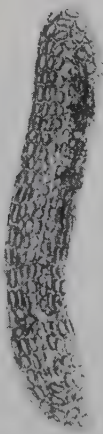


5

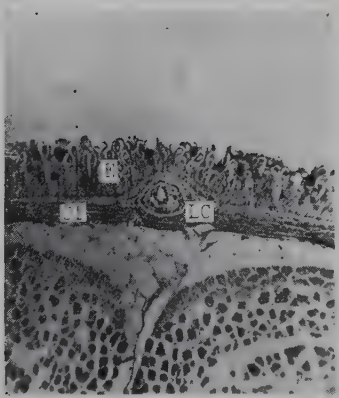
4



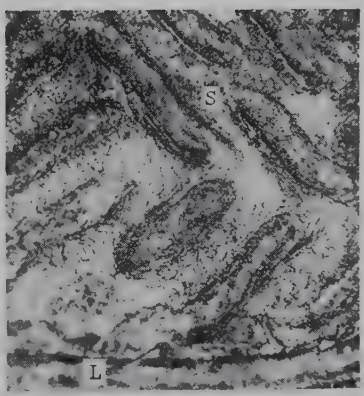
8



9



7



. MATSUI photo.

昭和二十七年十一月二十五日　印刷
昭和二十七年十二月　一　日　発行

下関市吉見永田本町1944番地
農林省水産講習所

下関市長崎町2281番地
印刷者　藤田永之進

下関市長崎町2281番地
印刷所　瞬報社写真印刷株式会社

PRINTED SHUMPOSHA Co., LTD.
SHIMOMOSEKI, JAPAN